



TUGAS AKHIR - SS141501

**ANALISIS *VALUE-AT-RISK*
DENGAN PENDEKATAN ARMAX-GARCHX
UNTUK MENGESTIMASI RISIKO *RETURN* SAHAM
PADA PERUSAHAAN SUB SEKTOR *PROPERTY*
DAN *REAL ESTATE***

DWI HANDAYANI
NRP 1313 100 037

Dosen Pembimbing
Dr.rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si., M.Si.
Santi Puteri Rahayu, S.Si., M.Si., Ph.D.

PROGRAM STUDI S1
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



TUGAS AKHIR - SS 141501

**ANALISIS *VALUE-AT-RISK*
DENGAN PENDEKATAN ARMAX-GARCHX
UNTUK MENGESTIMASI RISIKO *RETURN* SAHAM
PADA PERUSAHAAN SUB SEKTOR *PROPERTY*
DAN *REAL ESTATE***

**DWI HANDAYANI
NRP 1313 100 037**

**Dosen Pembimbing
Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si., M.Si.
Santi Puteri Rahayu, S.Si., M.Si., Ph.D**

**PROGRAM STUDI S1
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT - SS 141501

***VALUE-AT-RISK ANALYSIS
USING ARMAX-GARCHX APPROACH
FOR ESTIMATING RISK OF PROPERTY
AND REAL ESTATE SUB SECTOR COMPANIES
STOCK RETURN'S***

**DWI HANDAYANI
NRP 1313 100 037**

Supervisor

**Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si., M.Si.
Santi Puteri Rahayu, S.Si., M.Si., Ph.D**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS *VALUE-AT-RISK*
DENGAN PENDEKATAN ARMAX-GARCHX
UNTUK MENGESTIMASI RISIKO *RETURN SAHAM*
PADA PERUSAHAAN SUB SEKTOR *PROPERTY*
DAN *REAL ESTATE***

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada**

**Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**


Oleh:

**DWI HANDAYANI
NRP. 1313 100 037**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

**Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si., M.Si
NIP. 19831204 200812 1 002**

**Santi Puteri Rahayu, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19750115 199903 2 003**



**Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS**

Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

JURUSAN SURABAYA, JANUARI 2017



**ANALISIS VALUE-AT-RISK
DENGAN PENDEKATAN ARMAX-GARCHX
UNTUK MENGESTIMASI RISIKO RETURN SAHAM
PADA PERUSAHAAN SUB SEKTOR PROPERTY
DAN REAL ESTATE**

Nama : Dwi Handayani
NRP : 1313 100 037
Jurusan : Statistika FMIPA - ITS
**Pembimbing : Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si., M.Si
Santi Puteri Rahayu, S.Si., M.Si., Ph.D**

Abstrak

Saat ini, pemerintah Indonesia sedang gencar melakukan pembangunan nasional yang bersamaan dengan pemberlakuan tax amnesty. Dampak adanya tax amnesty ini mendorong pertumbuhan investasi, terutama investasi di sektor properti. Di sektor properti terdapat sub sektor property dan real estate. Perusahaan di sub sektor tersebut yang memiliki kapitalisasi saham terbesar adalah PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Ciputra Development Tbk (CTRA). Dalam melakukan investasi, tentunya diperlukan kebijakan manajemen risiko yang baik, yaitu dengan cara mengestimasi risiko return saham kelima perusahaan, salah satunya menggunakan metode Value-at-Risk (VaR). Diketahui bahwa data saham memiliki volatilitas yang tinggi dan juga dipengaruhi variabel eksogen yaitu kurs IDR/USD dan IHSG, sehingga dalam estimasi VaR menggunakan pendekatan ARMAX-GARCHX. Perhitungan nilai VaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX menggunakan window 500 memberikan hasil yang lebih akurat. Secara keseluruhan, perusahaan yang memberikan estimasi kerugian maksimum pada kuantil 5% adalah SMRA.

Kata Kunci : ARMAX-GARCHX, IHSG, Kurs IDR/USD, Risiko, VaR

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**VALUE-AT-RISK ANALYSIS USING ARMAX-GARCHX
APPROACH FOR ESTIMATING RISK
OF PROPERTY AND REAL ESTATE SUB SECTOR
COMPANIES STOCK RETURN'S**

Name : Dwi Handayani
NRP : 1313 100 037
Department : Statistics, FMIPA-ITS
Supervisor : Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si., M.Si
Santi Puteri Rahayu, S.Si., M.Si., Ph.D

Abstract

Currently, Indonesian government is aggressively national development which also imposing tax amnesty. The impact of tax amnesty is encouraging the growth of investment, particularly investment in the property sector. In the property sector there is a sub-sector of property and real estate. Companies in the sub-sector that has the greatest market capitalization are PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), and PT. Ciputra Development Tbk (CTRA). In investing, certainly needed a good risk management policies. Risk management can be done by estimating the risk of stock company that is using Value-at-Risk (VaR). The data stock has a high volatility and are also influenced by exogenous variables, that are the exchange rate IDR/USD and Jakarta Composite Index (IHSG), so in estimating VaR is using ARMAX-GARCHX. The calculation of VaR with ARMAX-GARCHX use window 500 provides more accurate results Overall, the company that provides the estimated maximum loss at 5% quantile is SMRA.

Keyword : ARMAX-GARCHX, Exchange Rate IDR/USD, IHSG, Risk, VaR

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif	9
2.2 <i>Capital Asset Pricing Model (CAPM)</i>	9
2.3 <i>Autoregressive Moving Average (ARMA)</i>	10
2.4 <i>Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables (ARMAX)</i>	15
2.5 <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)</i>	17
2.6 <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Exogenous Variable (GARCHX)</i>	21
2.7 <i>Value-at-Risk (VaR)</i>	22
2.8 Return dan Risiko Saham.....	23
2.9 Nilai Tukar Mata Uang	25
2.10 Indeks Harga Saham Gabungan	25
2.11 Penelitian Terdahulu	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Sumber Data.....	27
3.2	Variabel Penelitian.....	27
3.3	Langkah Analisis.....	29

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Deskripsi Data.....	33
4.1.1	Karakteristik Saham Perusahaan Sub Sektor <i>Property dan Real Estate</i>	33
4.1.2	Karakteristik Nilai Tukar Rupiah terhadap Dollar dan IHSG	41
4.2	Pemodelan ARMAX-GARCHX pada <i>Return</i> Saham Perusahaan Sub Sektor <i>Property dan Real Estate</i>	42
4.2.1	<i>Capital Asset Pricing Model</i> (CAPM)	42
4.2.2	Pemodelan ARMAX.....	45
4.2.2.1	Uji Stasioneritas	45
4.2.2.2	Identifikasi Model ARMAX	46
4.2.2.3	Estimasi dan Pengujian Signifikan Parameter Model ARMAX	49
4.2.2.4	<i>Diagnostic Checking</i>	51
4.2.2.5	Pemilihan Model ARMAX Terbaik	53
4.2.3	Pemodelan ARMAX-GARCHX.....	54
4.2.3.1	Identifikasi Model GARCHX	55
4.2.3.2	Estimasi dan Pengujian Signifikan Parameter Model GARCHX.....	56
	a. Saham Perusahaan BSDE	56
	b. Saham Perusahaan PWON.....	58
	c. Saham Perusahaan LPKR	59
	d. Saham Perusahaan SMRA	61
	e. Saham Perusahaan CTRA	62
4.3	Perhitungan <i>Value-at-Risk</i> dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX.....	65
4.3.1	Perusahaan BSDE	65
4.3.2	Perusahaan PWON.....	68
4.3.3	Perusahaan LPKR	70
4.3.4	Perusahaan SMRA	71

4.3.5 Perusahaan CTRA.....	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN.....	87
BIODATA PENULIS.....	179

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 4.1 <i>Time Series Plot Close Price Saham Sub Sektor Property dan Real Estate</i>	33
Gambar 4.2 <i>Time Series Plot Return Saham (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA</i>	35
Gambar 4.3 <i>Box Plot Return Saham Sub Sektor Property dan Real Estate</i>	36
Gambar 4.4 <i>Box Plot Return Saham Harian (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA</i>	39
Gambar 4.5 <i>Box Plot Return Saham Bulanan (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA</i>	40
Gambar 4.6 <i>Time Series Plot (a) Nilai Tukar IDR/USD dan (b) IHSG</i>	41
Gambar 4.7 <i>CAPM antara Return IHSG dengan Return Saham (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA</i>	43
Gambar 4.8 <i>Plot ACF dan PACF Return Saham (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA</i>	47
Gambar 4.9 <i>Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat Model ARMAX (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA</i>	55
Gambar 4.10 <i>Risiko (Biru) dan Profit (Hijau) BSDE (a) 250 hari (b) 375 hari (c) 500 hari</i>	66
Gambar 4.11 <i>Risiko (Biru) dan Profit (Hijau) PWON (a) 250 hari (b) 375 hari (c) 500 hari</i>	69
Gambar 4.12 <i>Risiko (Biru) dan Profit (Hijau) LPKR (a) 250 hari (b) 375 hari (c) 500 hari</i>	70
Gambar 4.13 <i>Risiko (Biru) dan Profit (Hijau) SMRA (a) 250 hari (b) 375 hari (c) 500 hari</i>	72
Gambar 4.14 <i>Risiko (Biru) dan Profit (Hijau) CTRA (a) 250 hari (b) 375 hari (c) 500 hari</i>	74

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Identifikasi Model ARMA berdasarkan Plot ACF dan PACF.....	11
Tabel 3.1 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	27
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian.....	28
Tabel 4.1 Karakteristik Saham Sub Sektor <i>Property dan Real Estate</i>	36
Tabel 4.2 Karakteristik <i>Return</i> Saham Harian	37
Tabel 4.3 Uji Signifikansi Parameter β_α	44
Tabel 4.4 Uji <i>Lagrange Multiplier Return</i> Saham.....	46
Tabel 4.5 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX	49
Tabel 4.6 Uji Asumsi <i>White Noise</i> Residual Model ARMAX	51
Tabel 4.7 Uji Asumsi Normal Residual Model ARMAX.....	53
Tabel 4.8 Kriteria Kebaikan Model AIC	53
Tabel 4.9 Uji <i>Lagrange Multiplier</i> Residual Kuadrat Model ARMAX	54
Tabel 4.10 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX BSDE	56
Tabel 4.11 Pemodelan Kembali <i>Return</i> Saham BSDE	57
Tabel 4.12 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX PWON.....	58
Tabel 4.13 Pemodelan Kembali <i>Return</i> Saham PWON	59
Tabel 4.14 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX LPKR	59
Tabel 4.15 Pemodelan Kembali <i>Return</i> Saham LPKR	60
Tabel 4.16 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX SMRA	61
Tabel 4.17 Pemodelan Kembali <i>Return</i> Saham SMRA	62
Tabel 4.18 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX CTRA.....	63
Tabel 4.19 Pemodelan Kembali <i>Return</i> Saham CTRA.....	64

Tabel 4.20	Pemodelan Kembali <i>Return</i> Saham CTRA di <i>Window</i> 250	64
Tabel 4.21	Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR Perusahaan BSDE	67
Tabel 4.22	Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR Perusahaan PWON.....	68
Tabel 4.23	Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR Perusahaan LPKR	71
Tabel 4.24	Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR Perusahaan SMRA	73
Tabel 4.25	Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR Perusahaan CTRA.....	75
Tabel 4.26	Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR	76

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Return Harian Saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA,CTRA.....	87
Lampiran 2. Data Harga Harian Kurs IDR/USD dan IHSG	88
Lampiran 3. Statistika Deskriptif Harga Saham Close dan Return perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA	89
Lampiran 4. Sintaks R CAPM	90
Lampiran 5. Sintaks R Plot <i>Time Series</i> Harga Saham dan Return Saham Perusahaan, Kurs IDR/USD, dan IHSG	92
Lampiran 6. Sintaks R Plot ACF dan PACF ReturnSaham.....	96
Lampiran 7. (a) Sintaks R Uji Signifikansi Parameter ModelARMAX Saham BSDE	97
Lampiran 7. (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,1,2) Saham BSDE	98
Lampiran 7. (c) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,0,2) Saham BSDE	99
Lampiran 7. (d) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(0,1,2) Saham BSDE	100
Lampiran 7. (e) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2) BSDE.....	101
Lampiran 7. (f) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,0,2) BSDE.....	101
Lampiran 7. (g) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(0,1,2) BSDE.....	101
Lampiran 8. (a) Sintaks R Uji Signifikansi Parameter ModelARMAX Saham PWON.....	102
Lampiran 8. (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,1,2) Saham PWON.....	103
Lampiran 8. (c) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,0,2) Saham PWON.....	104

Lampiran 8.	(d) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(0,1,2) Saham PWON	105
Lampiran 8.	(e) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2) PWON.....	106
Lampiran 8.	(f) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,0,2) PWON.....	106
Lampiran 8.	(g) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(0,1,2) PWON.....	106
Lampiran 9.	(a) Sintaks R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX Saham LPKR	107
Lampiran 9.	(b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,1,2) Saham LPKR.....	108
Lampiran 9.	(c) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(0,1,2) Saham LPKR.....	109
Lampiran 9.	(d) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2) LPKR	110
Lampiran 9.	(e) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,0,2) LPKR	110
Lampiran 9.	(f) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(0,1,2) LPKR	110
Lampiran 10.	(a) Sintaks R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX Saham SMRA	111
Lampiran 10.	(b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,1,2) Saham SMRA.....	112
Lampiran 10.	(c) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,0,2) Saham SMRA.....	113
Lampiran 10.	(d) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(0,1,2) Saham SMRA.....	114
Lampiran 10.	(e) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2) SMRA	115
Lampiran 10.	(f) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX (1,0,2) Saham SMRA	115
Lampiran 10.	(g) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(0,1,2) SMRA	115

Lampiran 11.	(a) Sintaks R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX Saham CTRA	116
Lampiran 11.	(b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,1,2) Saham CTRA	117
Lampiran 11.	(c) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,0,2) Saham CTRA	118
Lampiran 11.	(d) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(0,1,2) Saham CTRA	119
Lampiran 11.	(e) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2) CTRA.....	120
Lampiran 11.	(f) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,0,2) CTRA.....	120
Lampiran 11.	(g) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(0,1,2) CTRA.....	120
Lampiran 12.	(a) Sintaks R Uji <i>Kormogorov-smirnov</i>	121
Lampiran 12.	(b) Hasil Uji Normalitas <i>Kormogorov-smirnov</i> Residual ARMAX.....	122
Lampiran 13.	(a) Sintaks R Uji <i>Lagrange Multiplier</i> Residual	124
Lampiran 13.	(b) Hasil Uji <i>Lagrange Multiplier</i>	125
Lampiran 14.	Sintaks R Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat Model ARMAX	126
Lampiran 15.	(a) Sintaks R Estimasi Parameter Model ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,1,2), ARMAX (1,1,2)-GARCHX(1,0,2), dan ARMAX(1,1,2)-GARCHX(0,1,2) Saham BSDE.....	127
Lampiran 15.	(b) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,1,2) Saham BSDE.....	128
Lampiran 15.	(c) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2) Saham BSDE.....	129

Lampiran 15.	(d) Hasil Estimasi Parameter ModelARMAX(1,1,2)-GARCHX(0,1,2) SahamBSDE	130
Lampiran 15.	(e) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2)- GARCHX(1,1,2) Saham BSDE.....	131
Lampiran 15.	(f) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2)- GARCHX(1,0,2) Saham BSDE.....	131
Lampiran 15.	(g) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2)- GARCHX(0,1,2) Saham BSDE.....	131
Lampiran 16.	(a) Sintaks R Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), dan ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham PWON.....	132
Lampiran 16.	(b) Hasil Estimasi Parameter ModelARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) SahamPWON.....	133
Lampiran 16.	(c) Hasil Estimasi Parameter ModelARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) Saham PWON.....	134
Lampiran 16.	(d) Hasil Estimasi Parameter ModelARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham PWON.....	135
Lampiran 16.	(e) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2)- GARCHX(1,0,2) Saham PWON	136
Lampiran 16.	(f) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2)- GARCHX(1,0,2) Saham PWON	136
Lampiran 16.	(g) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2) -GARCHX(0,1,2) Saham PWON.....	136
Lampiran 17.	(a) Sintaks R Estimasi Parameter ModelARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham LPKR	137

Lampiran 17.	(b) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) Saham LPKR	138
Lampiran 17.	(c) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) Saham LPKR	139
Lampiran 17.	(d) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham LPKR	140
Lampiran 17.	(e) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2)- GARCHX(1,0,2) Saham LPKR	141
Lampiran 17.	(f) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2)- GARCHX(1,0,2) Saham LPKR	141
Lampiran 17.	(g) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2) - GARCHX(0,1,2) Saham LPKR	141
Lampiran 18.	(a) Sintaks R Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham SMRA	142
Lampiran 18.	(b) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) Saham SMRA	143
Lampiran 18.	(c) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) SahamSMRA	144
Lampiran 18.	(d) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham SMRA	145
Lampiran 18.	(e) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2) - GARCHX(1,0,2) Saham SMRA	146
Lampiran 18.	(f) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2)- GARCHX(1,0,2) Saham SMRA	146
Lampiran 18.	(g) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2) - GARCHX(0,1,2) Saham SMRA	146

Lampiran 19.	(a) Sintaks R Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham CTRA.....	147
Lampiran 19.	(b) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) SahamCTRA.....	148
Lampiran 19.	(c) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) Saham CTRA.....	149
Lampiran 19.	(d) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham CTRA.....	150
Lampiran 19.	(e) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2) - GARCHX(1,0,2) Saham CTRA	151
Lampiran 19.	(f) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2)- GARCHX(1,0,2) Saham CTRA	151
Lampiran 19.	(g) Hasil Uji <i>White Noise</i> ARMAX(1,1,2)- GARCHX(0,1,2) Saham CTRA	151
Lampiran 20.	(a) Sintaks R Estimasi Parameter Model ARMAX -GARCHX Terbaik pada kelima Saham	152
Lampiran 20.	(b) (Lanjutan).....	153
Lampiran 20.	(c) Hasil Estimasi Parameter Model GARCHX(0,1,1) dengan Eksogen=Kurs padaSaham BSDE.....	154
Lampiran 20.	(d) Hasil Estimasi Parameter Model GARCHX(0,1,1) dengan Eksogen=Kurs pada Saham PWON	155
Lampiran 20.	(e) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2) Eksogen=IHSG dan Kurs,GARCHX(0,1,1) Eksogen=IHSG padaSaham LPKR.....	156

Lampiran 20.	(f) Hasil Estimasi Parameter Model GARCHX(0,1,1) dengan Eksogen=Kurs pada Saham SMRA	157
Lampiran 20.	(g) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,1) Eksogen=Kurs, GARCHX(1,0,2) Eksogen=IHSG dan Kurs pada Saham CTRA	158
Lampiran 20.	(h) Hasil Estimasi pada <i>Window</i> 250Parameter Model GARCHX(0,1,1) Eksogen=Kurs Saham CTRA Ulangan 1	159
Lampiran 20.	(i) Hasil Estimasi pada <i>Window</i> 250 Parameter Model GARCHX(0,1,1) Eksogen=Kurs Saham CTRA Ulangan 2	160
Lampiran 20.	(j) Hasil Estimasi pada <i>Window</i> 250 Parameter Model GARCHX(0,1,1) Eksogen=Kurs Saham CTRA Ulangan 3	161
Lampiran 21.	Sintaks R Estimasi VaR Saham BSDE.....	162
Lampiran 22.	Sintaks R Estimasi VaR Saham PWON	164
Lampiran 23.	Sintaks R Estimasi VaR Saham LPKR.....	166
Lampiran 24.	Sintaks R Estimasi VaR Saham SMRA.....	168
Lampiran 25.	Sintaks R Estimasi VaR Saham CTRA	170
Lampiran 26.	(a) Hasil Estimasi VaR pada Saham BSDE.....	172
Lampiran 26.	(b) Hasil Estimasi VaR pada Saham PWON ...	173
Lampiran 26.	(c) Hasil Estimasi VaR pada Saham LPKR.....	174
Lampiran 26.	(d) Hasil Estimasi VaR pada Saham SMRA ...	175
Lampiran 26.	(e) Hasil Estimasi VaR pada Saham CTRA	176
Lampiran 27.	Surat Pernyataan Data Tugas Akhir	177

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tolak ukur yang dapat menentukan kondisi perekonomian dari suatu negara adalah dengan melihat kondisi pasar modal dalam negara tersebut. Menurut Sumanto (2006), kapitalisasi pasar modal merupakan indikator pasar modal yang dipengaruhi oleh kondisi ekonomi secara agregat. Pasar modal memiliki dua fungsi pokok dalam menjalankan perannya bagi perekonomian suatu negara. Fungsi yang pertama yaitu pasar modal menjadi sarana pendanaan usaha atau sarana bagi perusahaan untuk memperoleh dana dari masyarakat pemodal (investor), dimana dana yang diperoleh dari pasar modal tersebut dapat digunakan untuk pengembangan usaha, ekspansi, penambahan modal kerja, dan lain-lain. Fungsi yang kedua yaitu pasar modal dijadikan sebagai sarana bagi masyarakat untuk berinvestasi pada instrumen keuangan seperti saham, obligasi, reksa dana, dan lain-lain (Bursa Efek Indonesia, 2010). Berdasarkan kedua fungsi tersebut, maka pasar modal berkaitan langsung dengan kegiatan investasi. Investasi adalah komitmen atas sejumlah dana atau sumber daya lainnya yang dilakukan pada saat ini, dengan tujuan memperoleh sejumlah keuntungan di masa depan. Dasar keputusan dalam berinvestasi terdiri atas tingkat *return* harapan, tingkat risiko serta hubungan antara *return* dan risiko. *Return* dalam konteks manajemen investasi disebut sebagai tingkat keuntungan investasi. *Return* dibedakan menjadi dua yaitu *return* harapan atau tingkat *return* yang diantisipasi investor di masa mendatang, dan *return* aktual atau tingkat *return* yang telah diperoleh investor. Para investor tentunya mengharapkan *return* yang setinggi-tingginya dari investasi yang dilakukannya. Selain memperhatikan tingkat *return* tersebut, hal penting lain yang harus dipertimbangkan dalam proses investasi adalah seberapa besar risiko yang ditanggung dari investasi yang dilakukan.

Risiko dapat diartikan sebagai kemungkinan realisasi *return* aktual yang lebih rendah dari *return* minimum yang diharapkan. Risiko dan *return* harapan memiliki hubungan yang bersifat searah dan linier. Semakin besar tingkat *return* harapan maka semakin besar pula tingkat risiko yang harus ditanggung oleh investor, begitu pula sebaliknya (Tandelilin, 2010). Dengan demikian, untuk memperoleh investasi yang aman dan menguntungkan diperlukan strategi dan kebijakan dalam membuat keputusan investasi. Kebijakan investasi ini dapat dilakukan dengan cara mengelola risiko agar nantinya diperoleh keuntungan investasi yang optimal dengan tingkat risiko yang serendah-rendahnya.

Pada tahun 2016 ini, pemerintah Indonesia sedang gencar dalam melaksanakan pembangunan nasional yang juga bersamaan dengan diresmikannya aturan mengenai *tax amnesty* atau pengampunan pajak (Ika, 2016). Menurut Deny (2016) dampak *tax amnesty* ini akan mendorong pertumbuhan investasi, terutama investasi di sektor properti. Diberlakukannya *tax amnesty* mengakibatkan harga saham sektor *property*, *real estate* dan konstruksi bangunan pada penutupan perdagangan hari Selasa (28/06/2016) mengalami kenaikan sebesar 0,68% yang juga mengakibatkan menguatnya IHSG sebesar 0,95% (Sukirno, 2016). Di dalam sektor *property*, *real estate* dan konstruksi bangunan terdapat sub sektor *property* dan *real estate*. Beberapa perusahaan dalam sub sektor *property* dan *real estate* yang kinerjanya diduga akan terdongkrak oleh adanya *tax amnesty* antara lain PT. Ciputra Development Tbk (CTRA), PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON) (Forddanta, 2016). Kelima perusahaan tersebut tercatat sebagai lima perusahaan sub sektor *property* dan *real estate* terbesar di Bursa Efek Indonesia, karena memiliki kapitalisasi pasar tertinggi pada tahun 2015 (Sahamok, 2015). Sehingga dengan adanya *tax amnesty* ini dapat mengakibatkan

para investor semakin tertarik untuk menanamkan modalnya pada perusahaan besar di sub sektor *property* dan *real estate* tersebut.

Harga saham pada sub sektor *property* dan *real estate* dipengaruhi oleh beberapa faktor ekonomi makro salah satunya yaitu nilai tukar rupiah terhadap dollar dan juga Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Penelitian terdahulu oleh Mardiyati dan Rosalina (2013) yang menganalisis pengaruh nilai tukar rupiah terhadap harga saham sektor *property* dengan menggunakan analisis *Ordinary Least Square* menghasilkan kesimpulan bahwa secara parsial nilai tukar memiliki pengaruh negatif dan signifikan terhadap indeks harga saham properti. Menurut Sitepu (2013) dalam penelitiannya mengenai pengaruh faktor makro ekonomi terhadap harga saham properti menggunakan analisis regresi berganda, menyimpulkan bahwa nilai tukar dan IHSG berpengaruh signifikan terhadap harga saham properti. Pada penelitian ini akan menganalisis risiko *return* pada saham perusahaan PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Ciputra Development Tbk (CTRA) yang diduga dipengaruhi oleh variabel eksogen yaitu nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG. Sehingga untuk dapat berinvestasi di lima perusahaan tersebut, diperlukan suatu manajemen risiko yang baik. Manajemen risiko tersebut dapat dilakukan dengan mengestimasi tingkat risiko saham, dimana salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi risiko saham adalah metode *Value-at-Risk* atau VaR. Metode VaR merupakan metode penilaian risiko yang merangkum kerugian minimum yang mungkin terjadi bagi seorang investor dalam portofolio pada tingkat kepercayaan tertentu (Chan dan Wong, 2015). Dharmawan (2010) dalam penelitiannya yang mengestimasi nilai *Value-at-Risk* Portofolio menggunakan metode *t-Copula* memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan metode *Gaussian Copula*. Penelitian lain oleh Nastiti (2016) yang mengestimasi risiko *return* saham perusahaan sektor

telekomunikasi menggunakan metode *Value-at-Risk* (VaR) dengan pendekatan ARMA-GARCH dan *Extreme Value Theory* (EVT), menghasilkan kesimpulan bahwa estimasi VaR dengan menggunakan EVT memberikan hasil yang lebih akurat.

Data pada *return* saham bersifat stokastik dan stasioner (Donaldson, 2015) serta memiliki sifat volatilitas data yang tidak homogen, selain itu juga dipengaruhi oleh variabel eksogen seperti nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG, sehingga estimasi nilai VaR tersebut dilakukan dengan menggunakan pendekatan ARMAX-GARCHX. Parameter μ_t dalam perhitungan nilai VaR didekati dengan model ARMAX, sedangkan parameter σ_t^2 didekati dengan menggunakan model GARCHX agar dapat menangkap volatilitas dari data *return* saham. ARMAX (*Autoregressive Moving Average with Exogenous Variable*) merupakan pengembangan metode ARMA yang digunakan untuk memodelkan dan meramalkan nilai dalam beberapa waktu periode mendatang dengan memasukkan variabel eksogen didalamnya. Penelitian terdahulu mengenai ARMAX oleh Naufal (2016) yang menganalisis pengaruh *trending topic* di *twitter* dan *google* terhadap *return* indeks LQ45 dan IHSG menggunakan metode ARMAX dan SVR, diperoleh hasil bahwa metode ARMAX terbaik yang dapat menangkap lebih banyak fluktuasi *return* indeks LQ45 adalah kombinasi antara variabel *dummy* peristiwa dan variabel *twitter* sedangkan untuk *return* IHSG yang terbaik adalah model ARMAX dengan variabel prediktor eksogen *twitter*. Pada penelitian Gordon (2010) mengenai pemodelan harga rantai pasokan ikan Canada dipengaruhi musiman dan kurs US/Canada, menyatakan bahwa keunggulan metode ARMAX dibandingkan ARMA yaitu dapat memodelkan data deret waktu yang tidak hanya dipengaruhi oleh data historisnya saja namun juga dipengaruhi oleh variabel eksogen lain dan juga dapat mengurangi nilai *forecast error*, hal ini ditunjukkan pada hasil analisis yang diperoleh nilai *forecast error* (RMSE dan AIC) menggunakan metode ARMAX lebih kecil dibandingkan dengan metode SARMA dan ARMA. Model GARCHX (*Generalized*

Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Exogenous Variable) merupakan pengembangan metode GARCH yang digunakan untuk memodelkan dan meramalkan deret waktu dengan kasus heteroskedastisitas pada varian residual (volatilitas yang tidak homogen), dimana deret waktu tersebut juga dipengaruhi oleh variabel eksogen. Menurut Han (2010) dalam penelitiannya mengenai sifat asimptotik pada model GARCHX, menunjukkan bahwa sifat asimptotik GARCH tidak sepenuhnya tepat untuk dapat menjelaskan masalah-masalah yang ada dalam data *time series* keuangan, dan diketahui pula bahwa masalah dalam data *time series* keuangan tersebut dapat dijelaskan secara menyeluruh dalam kerangka model GARCHX. Penelitian yang dilakukan oleh Schopen (2012) mengenai variabel eksogen dalam model *Dynamic Conditional Correlation* pada data keuangan, diperoleh hasil bahwa pada model GDCCX (*Generalized Dynamic Conditional Correlation with Exogenous Variables*) dengan mengasumsikan volatilitasnya (*conditional variance*) mengikuti model GARCH menghasilkan estimator yang bias. Sedangkan apabila volatilitas datanya mengikuti model GARCHX menghasilkan estimator yang tidak bias dan konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum keunggulan model GARCHX yaitu dapat memodelkan data yang volatilitasnya dipengaruhi oleh variabel eksogen serta juga dapat menghasilkan estimator yang tidak bias dan konsisten.

Pada penelitian ini, *return* harga saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA menggunakan periode waktu dari tahun 2010 sampai 2016. Periode waktu tersebut merupakan pasca terjadinya krisis ekonomi di Amerika Serikat yaitu penurunan nilai investasi di Amerika Serikat pada September 2008 yang disebabkan oleh *subprime mortgage* (berupa kerugian surat berharga pada sektor properti). Krisis ekonomi di Amerika Serikat ini mengakibatkan krisis ekonomi secara global di seluruh sektor perekonomian pasar dunia, salah satunya berdampak pada sektor *property* dan *real estate* di Indonesia yang mengalami penurunan nilai saham secara drastis pada tahun 2008 dan

kembali melonjak pada tahun 2010. Menurunnya nilai saham *property* pada tahun 2008 ini, dikarenakan investor cenderung menghindari risiko di pasar modal akibat adanya krisis ekonomi global yang terjadi. Sedangkan kenaikan nilai saham pada tahun 2010 menunjukkan bahwa setelah terjadinya krisis ekonomi, investor cenderung kembali ke pasar modal. Sehingga periode waktu tahun 2010 sampai 2016 merupakan periode dimana pasar modal dalam kondisi yang normal.

Berdasarkan ulasan di atas, dapat diketahui bahwa aspek yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah estimasi risiko *return* saham di perusahaan sub sektor *property* dan *real estate* yaitu PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Ciputra Development Tbk (CTRA) menggunakan metode *Value-at-Risk* (VaR) dengan pendekatan ARMAX-GARCHX untuk menghitung tingkat risiko berdasarkan adanya variabel eksogen yang diduga mempengaruhi yaitu nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG. Perhitungan nilai VaR juga didasarkan pada konsep *moving window*, yang digunakan untuk memperoleh model dasar yang sama dengan parameter yang optimal. Dalam konsep *moving window* ini, setiap *window* terdiri atas data *return* saham dengan interval waktu sebanyak 250, 375, dan 500 hari transaksi. Dengan demikian, adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam kebijakan berinvestasi agar dapat memperoleh *return* yang optimal dan tingkat risiko yang serendah-rendahnya kepada para investor yang akan melakukan investasi di PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Ciputra Development Tbk (CTRA).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah mengestimasi risiko *return* saham di PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk

(PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Ciputra Development Tbk (CTRA) pada sub sektor *property* dan *real estate* menggunakan metode *Value-at-Risk* (VaR). Karena data *return* saham tersebut memiliki volatilitas yang tidak homogen dan juga dipengaruhi oleh variabel eksogen maka dalam perhitungan nilai VaR parameternya didekati dengan metode ARMAX-GARCHX. Pada penelitian ini, variabel eksogen yang diduga mempengaruhi *return* saham tersebut yaitu nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik data *return* saham PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Ciputra Development Tbk (CTRA).
2. Menghitung estimasi risiko saham di PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Ciputra Development Tbk (CTRA) menggunakan metode VaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah wawasan mengenai aplikasi statistika dalam menerapkan metode VaR dan ARMAX-GARCHX di bidang ekonomi, finansial, dan aktuaria.
2. Memberikan informasi yang dapat dijadikan sebagai acuan kepada para investor dalam menentukan kebijakan berinvestasi.
3. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian-penelitian berikutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah data *return* saham harian pada PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Ciputra Development Tbk (CTRA). Variabel eksogen yang digunakan adalah nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG. Data yang digunakan pada periode waktu 1 Januari 2010 sampai 30 September 2016.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Metode statistika merupakan prosedur-prosedur yang digunakan dalam pengumpulan, penyajian, analisis, dan penafsiran data. Dalam metode statistika terdapat metode statistika deskriptif yaitu metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika deskriptif memberikan informasi hanya mengenai data yang dimiliki dan tidak menarik kesimpulan atau inferensia dari data tersebut. Salah satu contoh mengenai statistika deskriptif yaitu penyusunan tabel, diagram, dan grafik dalam pengolahan data. Beberapa macam ukuran dalam statistik yang digunakan untuk meringkas dan menjelaskan data yaitu ukuran pemusatan dan penyebaran data. Ukuran pemusatan merupakan ukuran yang menunjukkan pusat segugus data yang telah diurutkan dari terkecil sampai terbesar atau sebaliknya. Ukuran pemusatan data yang sering digunakan adalah nilai tengah, median, dan modus. Ukuran penyebaran data berfungsi untuk mengetahui seberapa jauh pengamatan menyebar dari rata-ratanya. Statistik yang paling umum untuk mengukur keragaman data adalah ragam dan simpangan baku (Walpole, 2011).

2.2 *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*

Metode *Capital Asset Pricing Model (CAPM)* digunakan untuk menjelaskan pengaruh saham pasar secara keseluruhan terhadap saham perusahaan. Saham pasar secara keseluruhan dalam hal ini merupakan harga saham gabungan yaitu IHSG sedangkan untuk saham perusahaannya yaitu harga saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA. Tujuan CAPM secara umum adalah memberikan prediksi yang tepat mengenai hubungan antara risiko suatu aset dengan *return* yang diharapkan, juga menentukan harga suatu aset (Hidayati, Suhadak, dan Sudjana, 2014). Rumus umum CAPM dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut.

$$R_a = R_f + \beta_a (R_m - R_f), \quad (2.1)$$

dimana R_a menunjukkan *return* dari suatu saham individual, R_f merupakan *risk free rate* atau keuntungan dari investasi yang bebas risiko, β adalah beta saham individual, R_m menunjukkan *return* dari saham gabungan (Levy, 2012). Dalam hal ini, keterkaitan antara saham suatu perusahaan dengan harga saham gabungan (IHSG) dapat dilihat melalui persamaan CAPM tersebut. Dimana nilai R_a menunjukkan *return* dari perusahaan sub sektor *property* dan *real estate* yaitu saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA, sedangkan R_m menunjukkan nilai *return* IHSG. Sehingga hal inilah yang mendasari IHSG dimasukkan sebagai variabel eksogen dalam pemodelan.

2.3 Autoregressive Moving Average (ARMA)

Proses ARMA (*Autoregressive Moving Average*) adalah proses yang menggambarkan kondisi Y_t yang dipengaruhi oleh kondisi-kondisi sebelumnya ($Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$) dan diikuti a_t yang bersifat *white noise*. Proses ARMA merupakan gabungan dari dua proses *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) (Wei, 2006). Proses AR dengan order p atau AR(p) memiliki model matematis seperti pada persamaan berikut.

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t. \quad (2.2)$$

Proses MA dengan order q atau MA(q) memiliki model matematis seperti pada persamaan (2.3) berikut.

$$Y_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}. \quad (2.3)$$

Karena proses ARMA adalah gabungan dari proses AR(p) dan MA(q) maka model umum yang terbentuk menghasilkan ARMA(p, q) sebagai berikut.

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \phi_3 Y_{t-3} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \theta_3 a_{t-3} - \dots - \theta_q a_{t-q}. \quad (2.4)$$

Tahap identifikasi model ARMA dilakukan dengan pemeriksaan plot *Autocorrelation Fuction* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Fuction* (PACF). ACF disimbolkan dengan $\hat{\rho}_k$

yaitu suatu kondisi yang menunjukkan adanya korelasi antara Y_t dan Y_{t-j} . Penghitungan nilai ACF secara matematis seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\begin{aligned}\hat{\rho}_j &= \text{corr}(Y_t, Y_{t-j}) \\ \hat{\rho}_j &= \frac{\text{cov}(Y_t, Y_{t-j})}{\sqrt{\text{Var}(Y_t)}\sqrt{\text{Var}(Y_{t-j})}} \\ \hat{\rho}_j &= \frac{\sum_{t=j+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-j} - \bar{Y})}{\sum_{t=j+1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}\end{aligned}\quad (2.5)$$

dimana $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Y_t$ dan PACF merupakan fungsi korelasi antara Y_t dan Y_{t-j} dengan menghilangkan adanya hubungan linier bersama pada variabel $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-j-1}$. Nilai PACF dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Wei, 2006).

$$\begin{aligned}\hat{\phi}_{j+1,j+1} &= \text{Corr}(Y_t, Y_{t-j} \mid Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-j-1}) \\ \hat{\phi}_{j+1,j+1} &= \frac{\hat{\rho}_{j+1} - \sum_{m=1}^j \hat{\phi}_{jm} \hat{\rho}_{j+1-m}}{\sum_{m=1}^j \hat{\phi}_{jm} \hat{\rho}_m}\end{aligned}\quad (2.6)$$

dengan nilai $\hat{\phi}_{j+1,k} = \hat{\phi}_{jm} - \hat{\phi}_{j+1,j+1} \hat{\phi}_{j,j+1-m}$, $m = 1, 2, \dots, j$. Berdasarkan kedua persamaan di atas, maka didapatkan plot ACF dan PACF yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi model ARMA yaitu dengan cara melihat kondisi *lag* pada plot ACF dan PACF. Karakteristik dari plot ACF dan PACF untuk mengidentifikasi model ARMA ditunjukkan pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Identifikasi Model ARMA berdasarkan Plot ACF dan PACF

Model	ACF	PACF
AR(p)	<i>Diesdown</i> (turun secara cepat)	<i>Cut off</i> (terpotong) setelah lag ke- p
MA(q)	<i>Cut off</i> (terpotong) setelah lag ke- q	<i>Diesdown</i> (turun secara cepat)
ARMA (p, q)	<i>Diesdown</i> (turun secara cepat)	<i>Diesdown</i> (turun secara cepat)

Tahap selanjutnya setelah diperoleh model sementara $ARMA(p, q)$ adalah mengestimasi parameter. Salah satu metode yang sering digunakan untuk estimasi parameter adalah metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE). Menurut Cryer dan Chan (2008), metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE) memiliki beberapa kelebihan yaitu menggunakan semua informasi dalam data, tidak hanya terbatas pada momen pertama dan momen kedua saja, serta pada sampel yang besar menghasilkan hasil estimasi yang efisien. Fungsi kepadatan peluang MLE dengan $\underline{a} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ adalah sebagai berikut.

$$P(\underline{a} | \underline{\phi}, \underline{\mu}, \underline{\theta}, \sigma_a^2) = (2\pi\sigma_a^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_a^2} \sum_{t=1}^n a_t^2\right), \quad (2.7)$$

dimana jika model sementara yang diperoleh adalah model ARMA maka didapatkan,

$a_t = Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} - \dots - \phi_p Y_{t-p} + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q}$ dan $\underline{Y} = (Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n)'$, serta juga diasumsikan kondisi awalnya yaitu $\underline{Y}_* = (Y_{-p}, Y_{-p-1}, \dots, Y_{-1}, Y_0)$ dan $\underline{a}_* = (a_{1-p}, a_{2-p}, a_{3-p}, \dots, a_{-1}, a_0)$ sehingga didapatkan fungsi *ln likelihood* dari persamaan (2.7) adalah sebagai berikut.

$$\ln L_*(\underline{a} | \underline{\phi}, \underline{\mu}, \underline{\theta}, \sigma_a^2) = -\frac{n}{2} \ln 2\pi\sigma_a^2 - \frac{1}{2\sigma_a^2} \sum_{t=1}^n a_t^2(\underline{\phi}, \underline{\mu}, \underline{\theta} | \underline{Y}_*, \underline{a}_*, \sigma_a^2), \quad (2.8)$$

dengan nilai $\sum_{t=1}^n a_t^2(\underline{\phi}, \underline{\mu}, \underline{\theta} | \underline{Y}_*, \underline{a}_*, \sigma_a^2) = S_*(\underline{\phi}, \underline{\mu}, \underline{\theta})$. Diasumsikan bahwa variabel $\{Y_t\}$ bersifat stasioner maka nilainya dapat digantikan dengan \bar{Y} dan asumsi a_t yang bersifat *white noise* $N(0, \sigma^2)$ dapat digantikan pula nilainya dengan 0, sehingga diperoleh $S_*(\underline{\phi}, \underline{\mu}, \underline{\theta})$ sebagai berikut.

$$S_*(\hat{\underline{\phi}}, \hat{\underline{\mu}}, \hat{\underline{\theta}}) = \sum_{t=p+1}^n a_t^2(\underline{\phi}, \underline{\mu}, \underline{\theta} | \underline{Y}). \quad (2.9)$$

Berdasarkan persamaan di atas, dapat diperoleh nilai estimasi parameter $\hat{\phi}, \hat{\mu}, \hat{\theta}$ dengan menggunakan model ARMA(p, q) dan diperoleh pula estimasi $\hat{\sigma}_a^2$ adalah sebagai berikut.

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{S_*\left(\hat{\phi}, \hat{\mu}, \hat{\theta}\right)}{n - 2p + q + 1}. \quad (2.10)$$

Kemudian dilakukan uji signifikansi mengenai parameter ARMA(p, q) yang telah didapatkan dengan uji signifikansi parameter AR(p) dan MA(q). Pengujian signifikansi parameter pada model AR(p) dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \phi_j = 0$ (parameter pada model AR(p) tidak signifikan dimana,
 $j = 1, 2, 3, \dots, p$)

$H_1 : \phi_j \neq 0$ (parameter pada model AR(p) signifikan)

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}_j}{SE\left(\hat{\phi}_j\right)}. \quad (2.11)$$

Daerah Kritis: Tolak H_0 apabila nilai $|t_{hitung}|$ lebih dari nilai tabel $t_{(1-\frac{\alpha}{2}), (n-n_p)}$ atau nilai P -value kurang dari α , yang menunjukkan bahwa parameter model AR(p) telah signifikan. Nilai n adalah jumlah observasi dan n_p adalah banyaknya parameter dalam model AR(p). Selanjutnya pengujian signifikansi parameter pada model MA(q) dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \theta_j = 0$ (parameter pada model MA(q) tidak signifikan, dimana
 $j = 1, 2, 3, \dots, q$)

$H_1 : \theta_j \neq 0$ (parameter pada model MA(q) signifikan)

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}_j}{SE\left(\hat{\theta}_j\right)}. \quad (2.12)$$

Daerah Kritis: Tolak H_0 jika nilai $|t_{hitung}|$ lebih dari nilai tabel $t_{(1-\frac{\alpha}{2}), (n-n_q)}$ atau nilai P -value kurang dari α , yang menunjukkan

bahwa parameter model $MA(q)$ telah signifikan dan nilai n_q adalah banyaknya parameter dalam model $MA(q)$.

Setelah parameter model ARMA yang telah signifikan, maka langkah selanjutnya adalah *diagnostic checking* yang bertujuan untuk mengetahui apakah model yang terbentuk telah *white noise* dan berdistribusi normal atau belum. Apabila model sudah memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal maka model sudah sesuai dan dapat digunakan untuk peramalan, serta jika belum memenuhi kedua asumsi tersebut maka dilakukan penetapan model sementara kembali sampai diperoleh model yang memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Pengujian asumsi *white noise* menggunakan uji *Ljung-Box* dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K$ (residual data *white noise*)

$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \rho_k \neq 0, k = 1, 2, \dots, K$ (residual data tidak *white noise*)

Statistik uji:

$$\gamma = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{(n-k)}, \quad (2.13)$$

dimana γ mengikuti distribusi *chi-square* $\chi_{\alpha, K-p-q}^2$, n adalah banyaknya pengamatan, k adalah *lag* data, dan $\hat{\rho}_k$ merupakan nilai autokorelasi residual pada *lag* ke- k . Apabila nilai $\gamma > \chi_{\alpha, K-p-q}^2$ maka akan tolak H_0 yang berarti bahwa residual data tidak memenuhi asumsi *white noise* (Wei, 2006).

Pengujian terhadap asumsi residual berdistribusi normal menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : F(a_t) = F_0(a_t)$ (residual data berdistribusi normal)

$H_1 : F(a_t) \neq F_0(a_t)$ (residual data tidak berdistribusi normal)

Statistik uji:

$$D = \text{Sup} |F(a_t) - F_0(a_t)|. \quad (2.14)$$

Fungsi $F(a_t)$ merupakan fungsi distribusi empiris, fungsi $F_0(a_t)$ merupakan fungsi distribusi hipotesis/empiris. Apabila nilai D

lebih besar dari nilai tabel *Kolmogorov-Smirnov* $D_{x,n}$ maka akan tolak H_0 yang berarti bahwa residual data tidak memenuhi asumsi distribusi normal (O'Connor dan Kleyner, 2012).

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria AIC (*Akaike's Information Criterion*) dengan persamaan umum yaitu sebagai berikut.

$$AIC(\psi) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2\psi. \quad (2.15)$$

Kriteria tersebut digunakan untuk memilih model ARMA terbaik dengan melihat nilai AIC yang paling minimum (Wei, 2006).

2.4 Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables (ARMAX)

ARMAX atau *Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables* adalah pengembangan dari model ARIMA dengan memasukkan variabel eksogen ke dalam persamaannya. Model ARMA tidak hanya dipengaruhi oleh data periode sebelumnya (historis), akan tetapi juga dipengaruhi oleh variabel eksogen. Berikut ini merupakan persamaan secara umum dari model ARMAX yaitu sebagai berikut (Hyndman, 2010).

$$Y_t = \varpi_1 X_{1,t} + \dots + \varpi_U X_{U,t} + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t$$

$$Y_t = \sum_{u=1}^U \varpi_u X_{u,t} + \sum_{j=1}^p \phi_j Y_{t-j} - \sum_{j=1}^q \theta_j a_{t-j} + a_t, \quad (2.16)$$

dengan nilai Y_t adalah variabel respon pada waktu ke- t , X_t merupakan variabel eksogen pada waktu ke- t , a_t adalah *white noise error*, dan (p, q, U) menunjukkan orde model ARMAX. Apabila model ARMAX ditulis dengan menggunakan operator *backshift*, maka model ARMAX adalah sebagai berikut.

$$\phi_p(B)Y_t = \sum_{u=1}^U \beta_u X_{u,t} + \theta_q(B)a_t \text{ atau } Y_t = \frac{\sum_{u=1}^U \beta_u X_{u,t}}{\phi_p(B)} + \frac{\theta_q(B)a_t}{\phi_p(B)}, \quad (2.17)$$

dimana $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$ dan $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$.

Selanjutnya, terdapat model ARMA yang juga dipengaruhi oleh variabel eksogen yaitu model *Regression with ARMA errors*. Dalam model *Regression with ARMA errors* ini, model ARMA diperoleh dari *error* hasil regresi antara variabel Y_t dan X_t dengan rumus umum sebagai berikut.

$$Y_t = \beta X_t + n_t$$

$$n_t = \phi_1 n_{t-1} + \dots + \phi_p n_{t-p} - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t, \quad (2.18)$$

dengan nilai Y_t adalah variabel respon pada waktu ke- t , nilai X_t merupakan variabel eksogen pada waktu ke- t , dan nilai n_t merupakan komponen *error* mengikuti model ARMA. Model *Regression with ARMA errors* dengan menggunakan operator *backshift* adalah sebagai berikut.

$$Y_t = \beta X_t + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} a_t. \quad (2.19)$$

Kedua model tersebut dapat dianggap sebagai kasus khusus dari model fungsi transfer, dimana fungsi transfer secara umum memiliki persamaan sebagai berikut.

$$Y_t = \frac{\beta_s(B)}{\delta_r(B)} B^b X_t + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} a_t. \quad (2.20)$$

Berdasarkan model ARMAX pada persamaann (2.16) dapat diketahui bahwa konsep pemodelan ARMAX hampir sama seperti model fungsi transfer, namun dengan kondisi dimana nilai s dan b sama dengan 0 serta nilai r sama dengan p . Sehingga langkah-langkah identifikasi model ARMAX adalah sebagai berikut.

1. Menetapkan order (p, q) , nilai order (p, q) pada model ARMAX ini diperoleh dari ACF dan PACF data variabel respon atau Y_t .
2. Menetapkan (r, s, b) , dimana dalam model ARMAX nilai $r = p$, $s = 0$, dan $b = 0$.
3. Mengestimasi model ARMAX yang telah terbentuk.

2.5 Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)

Asumsi yang digunakan dalam model regresi adalah varian *error* yang konstan. Namun, dalam dunia nyata asumsi varian *error* yang konstan tersebut terkadang tidak sesuai. Seperti halnya pada kasus data keuangan, umumnya data keuangan memiliki volatilitas yang tidak konstan. Beberapa model yang memiliki varian *error* yang tidak konstan disebut sebagai model yang heteroskedastisitas, sehingga diperlukan pendekatan-pendekatan untuk dapat mengatasi kasus heteroskedastisitas. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis adanya kasus heteroskedastisitas tersebut adalah *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH). ARCH pertama kali diusulkan oleh Engle pada tahun 1982 sebagai metode yang memodelkan perubahan varian *error* dalam data deret waktu (Wei, 2006).

Pada kasus heteroskedastisitas, suatu model regresi secara umum dituliskan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\tilde{Y}_t = \mu_t + \varepsilon_t, \quad (2.21)$$

dimana $\tilde{Y} = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$ nilai ε_t merupakan residual yang memiliki variansi yang berubah sepanjang waktu. Sehingga pada kasus heteroskedastisitas tersebut, nilai ε_t dapat dimodelkan sebagai berikut.

$$\varepsilon_t = \sigma_t Z_t, \quad (2.22)$$

pada persamaan (2.22), nilai Z_t merupakan variabel random yang *iidn* dengan *mean* 0 dan *variance* 1, nilai ε_t dimodelkan dengan menggunakan model ARCH untuk menangkap adanya kasus heteroskedastisitas tersebut. Model ARCH(r) secara umum dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \omega + \phi_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \phi_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \phi_r \varepsilon_{t-r}^2 \\ \sigma_t^2 &= \omega + \sum_{j=1}^r \phi_j \varepsilon_{t-j}^2 \end{aligned}, \quad (2.23)$$

dimana q menunjukkan orde dari model ARCH dan σ_t^2 merupakan varian bersyarat (*conditional variance*) dari *error*. Pada model

ARCH(r) ini, *conditional variance* dari *error* (σ_t^2) hanya dipengaruhi oleh kuadrat residual periode sebelumnya.

Identifikasi model ARCH dilakukan dengan pengujian *Lagrange Multiplier* (LM). Uji *Lagrange Multiplier* bertujuan untuk mendeteksi adanya efek ARCH atau heteroskedastisitas dalam data deret waktu. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian *Lagrange Multiplier* yaitu sebagai berikut.

$H_0 : \varphi_1 = \varphi_2 = \dots = \varphi_r = 0$ (varians *error* tidak memiliki sifat heteroskedastisitas)

H_1 : paling tidak ada satu $\varphi_r \neq 0$ (varians *error* memiliki sifat heteroskedastisitas)

Statistik uji:

$$LM = (n - r)R^2, \quad (2.24)$$

untuk $t=r+1, r+2, \dots, n$ dimana nilai n menunjukkan jumlah pengamatan, r menunjukkan jumlah parameter, dan R^2 adalah koefisien determinasi atau besarnya kontribusi varian *error* yang dapat dijelaskan oleh data deret waktu periode sebelumnya. H_0 ditolak jika nilai LM lebih besar dari $\chi^2_{(\alpha, r)}$ yang berarti bahwa data bersifat heteroskedastisitas atau terdapat efek ARCH (Tsay, 2010).

Pada tahun 1986, Bollerslev dan Taylor kemudian mengembangkan model ARCH menjadi model GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*). Model GARCH ini digunakan untuk menghindari orde yang besar pada model ARCH. Berikut ini merupakan persamaan secara umum dari model GARCH dengan order (r, s).

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \omega + \varphi_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \varphi_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \varphi_r \varepsilon_{t-r}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \beta_2 \sigma_{t-2}^2 + \dots + \beta_s \sigma_{t-s}^2 \\ \sigma_t^2 &= \omega + \sum_{j=1}^r \varphi_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2 \end{aligned} \quad (2.25)$$

berdasarkan persamaan di atas, ditunjukkan bahwa pada model GARCH(r, s), *conditional variance* dari *error* (σ_t^2) tidak hanya dipengaruhi oleh kuadrat residual periode sebelumnya tetapi juga

dipengaruhi oleh varian *error* pada periode sebelumnya. Dimana nilai parameter $\omega > 0$, $\varphi > 0$, dan $\beta > 0$ (Cryer dan Chan, 2008).

Estimasi parameter pada model GARCH dapat dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Metode MLE yang digunakan untuk mengestimasi parameter model GARCH ini, memaksimumkan fungsi *conditional likelihood* yaitu fungsi distribusi normal dari residual, berikut ini adalah perhitungan estimasi parameter model GARCH tersebut.

$$L(\beta, \varphi | Y) = \prod_{t=1}^n \left(\frac{1}{2\pi\sigma_t^2} \right)^{\frac{1}{2}} \exp \left(-\frac{\varepsilon_t^2}{2\sigma_t^2} \right). \quad (2.26)$$

Pada persamaan tersebut, nilai σ_t^2 dimasukkan fungsi *conditional variance* dari model GARCH sesuai pada persamaan (2.24), dan diperoleh penghitungan fungsi *ln likelihood* seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\ln L(\beta, \varphi | Y) = \ln \left(\prod_{t=1}^n \left(\frac{1}{2\pi \left(\sum_{j=1}^r \varphi_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-i}^2 \right)} \right)^{\frac{1}{2}} \exp \left(-\frac{\varepsilon_t^2}{2 \left(\sum_{j=1}^r \varphi_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-i}^2 \right)} \right) \right) \quad (2.27)$$

$$\ln L(\beta, \varphi | Y) = \sum_{t=1}^n \frac{1}{2} \left(-\ln(2\pi) - \ln \left(\sum_{j=1}^r \varphi_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-i}^2 \right) - \frac{\varepsilon_t^2}{\left(\sum_{j=1}^r \varphi_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-i}^2 \right)} \right). \quad (2.28)$$

Selanjutnya estimasi parameter model GARCH(r, s) dapat diperoleh dari persamaan (2.28), dimana $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_r)$ serta

$\varphi = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_s)$ (Wei, 2006). Kemudian dilakukan pengujian signifikansi terhadap parameter model GARCH(r, s) yang telah terbentuk, dimana parameter β menunjukkan model GARCH sedangkan parameter φ menunjukkan model ARCH.

Berikut ini adalah pengujian signifikansi parameter model ARCH dengan hipotesisnya sebagai berikut.

$H_0 : \varphi_j = 0$ dimana $j = 1, 2, 3, \dots, r$

$H_1 : \varphi_j \neq 0$

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\varphi}_j}{SE(\hat{\varphi}_j)}, \quad (2.29)$$

tolak H_0 jika nilai $|t_{hitung}|$ lebih besar dari nilai tabel $t_{(1-\frac{\alpha}{2}), (n_r)}$ atau apabila nilai P -value yang kurang dari α , yang menunjukkan bahwa parameter model ARCH(r) telah signifikan. Nilai n adalah jumlah observasi dan n_r adalah banyaknya parameter dalam model ARCH(s). Selanjutnya pengujian signifikansi parameter pada model GARCH adalah sebagai berikut.

$H_0 : \beta_j = 0$ dimana, $j = 1, 2, 3, \dots, s$

$H_1 : \beta_j \neq 0$

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)}. \quad (2.30)$$

Daerah Kritis: Tolak H_0 apabila nilai $|t_{hitung}|$ lebih besar dari nilai tabel $t_{(1-\frac{\alpha}{2}), (n_s)}$ dengan n adalah jumlah observasi dan n_s adalah banyaknya parameter dalam model GARCH(r, s). Hal ini berarti menunjukkan bahwa parameter GARCH(r, s) telah signifikan.

2.6 Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Exogenous Variable (GARCHX)

Dalam menghasilkan model dan peramalan yang lebih baik dan akurat mengenai volatilitas pada deret waktu data keuangan dan ekonomi, para peneliti dan praktisi sering memasukkan variabel prediktor eksogen ke dalam volatilitas data. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah metode GARCHX atau *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Exogenous Variable*. GARCHX merupakan pengembangan model GARCH oleh Bollerslev pada tahun 1986, yang ditambah dengan variabel eksogen ke dalam persamaan modelnya. Diketahui bahwa model volatilitas proses GARCHX seperti persamaan (2.22). Dimana nilai Z_t pada persamaan (2.22) merupakan variabel random yang *iidn* (0,1) dan σ_t^2 adalah proses volatilitas yang dipengaruhi oleh variabel eksogen yaitu.

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{j=1}^r \phi_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{u=1}^U \pi_u X_{u,t}^2 . \quad (2.31)$$

Dimana nilai parameter $\omega > 0$, $\phi > 0$, $\beta > 0$, dan $\pi > 0$. Nilai X_t menunjukkan variabel eksogen, dengan nilai X_t yang dikuadratkan untuk menjamin bahwa $\sigma_t^2 > 0$. Parameter Penambahan *regressor* X_t ini sering digunakan untuk menjelaskan volatilitas data *return* saham, *return* nilai tukar, atau tingkat bunga, dan cenderung mengarah ke *in-sample* dan *out-sample* yang lebih baik dalam performa peramalan atau *forecasting*. Dalam hal ini, variabel eksogen diperbolehkan dalam keadaan yang stasioner dan tidak stasioner. Namun, parameter *intercept* ω tidak teridentifikasi ketika variabel eksogennya dalam keadaan tidak stasioner. (Han dan Kristensen, 2013).

2.7 Value-at-Risk (VaR)

Metode *Value-at-Risk* (VaR) adalah metode penilaian risiko yang merangkum kerugian minimum yang mungkin terjadi bagi

seorang investor dalam portofolio pada tingkat kepercayaan tertentu. Ciri-ciri dari VaR sebagai *risk metric* yaitu antara lain:

1. VaR berhubungan dengan jumlah kerugian yang didapatkan berdasarkan beberapa kemungkinan yang dipilih.
2. VaR mengukur risiko pada level tertentu, dari perdagangan secara individu atau portofolio sampai perusahaan besar. VaR mengukur tingkat risiko dalam perusahaan secara keseluruhan.
3. VaR merupakan metrik universal yang diterapkan pada semua tipe-tipe risiko (Alexander, 2008).

VaR bertujuan untuk mengukur tingkat keuntungan atau kerugian dari investasi saham. Besarnya keuntungan yang didapat sebanding dengan risiko yang diperoleh. Berikut ini merupakan model VaR berdasarkan nilai *return*.

$$P(R_t < -VaR) = (1 - CI)\% = \tau, \quad (2.32)$$

dimana nilai R_t menunjukkan nilai *return* saham periode ke- t , CI merupakan nilai *Confident Interval*, dan τ adalah kuantil yang digunakan untuk mengukur tingkat risiko. Semakin besar VaR maka semakin tinggi pula risiko portofolio yang harus dipertimbangkan. Keuntungan dalam VaR memungkinkan pengguna untuk menentukan tingkat kepercayaan yang mencerminkan *risk-averseness* dari individu tersebut. Secara umum, metode untuk mengukur VaR sering mengasumsikan nilai *return* portofolio yang mengikuti distribusi normal. Perhitungan VaR secara umum ditunjukkan pada persamaan sebagai berikut.

$$\hat{VaR}_t(\tau) = \hat{\mu}_t + \hat{\sigma}_t F^{-1}(\tau), \quad (2.33)$$

dimana $F^{-1}(\tau)$ merupakan invers fungsi distribusi kumulatif kuantil ke- τ dari distribusi normal standar atau $F^{-1}(\tau) = Z_\tau$. Dalam hal ini, estimasi model VaR untuk parameter $\hat{\mu}_t$ didekati menggunakan model ARMAX dengan residual data yang *white noise* dan normal. Namun, karena pada umumnya data saham bersifat heteroskedastisitas pada varian residual (memiliki volatilitas tinggi), maka untuk mengatasi kasus heteroskedastisitas varian residual tersebut digunakan pendekatan model GARCHX

untuk mengestimasi parameter $\hat{\sigma}_t$. Estimasi parameter $\hat{\mu}_t$ dan $\hat{\sigma}_t$ pada perhitungan nilai VaR menggunakan pendekatan model ARMAX dan GARCHX yang tertera pada persamaan (2.16) dan (2.31).

Setelah diperoleh model VaR kemudian dilakukan perhitungan tingkat akurasi guna mengetahui apakah model yang terbentuk dapat secara tepat mengestimasi nilai risiko *return* saham. Metode yang dapat digunakan untuk menghitung akurasi model VaR adalah *backtesting*, yaitu dengan cara membandingkan antara nilai risiko yang dihasil dengan nilai risiko aktual. Berikut adalah model umum dari risiko.

$$I_{\tau,t} = \begin{cases} 1, & \text{jika } r_t < -VaR_{\tau,t} \\ 0, & \text{jika } r_t \geq -VaR_{\tau,t} \end{cases}, \quad (2.34)$$

berdasarkan *backtesting* tersebut maka akan menghasilkan nilai *loss* dan *expected shortfall*. Dimana *loss* merupakan jumlah estimasi VaR yang lebih kecil atau lebih besar dari nilai *return* aktual, dan *expected shortfall* merupakan nilai *loss* dibagi jumlah *window*. Jika nilai estimasi model VaR yang diperoleh *overfitting* (lebih besar) atau *underfitting* (lebih kecil) dibandingkan dengan nilai *return* aktual pada periode ke- $(t+1)$ maka model VaR yang terbentuk tidak akurat.

2.8 Return dan Risiko Saham

Dalam konteks manajemen investasi tingkat keuntungan disebut sebagai *return*. *Return* saham dibedakan menjadi dua yaitu *return* harapan (*expected return*) dan *return* aktual atau yang terjadi (*realized return*). *Return* harapan (*expected return*) adalah tingkat *return* yang diantisipasi investor di masa mendatang, sedangkan *return* aktual (*realized return*) merupakan tingkat *return* yang telah diperoleh investor pada masa lalu. Ketika investor menginvestasikan dananya, maka investor tersebut akan mensyaratkan tingkat *return* tertentu. Perbedaan antara *return* harapan dan tingkat *return* aktual yang diperoleh investor merupakan risiko yang harus dipertimbangkan dalam melakukan proses investasi, sehingga dalam melakukan investasi di samping

memperhatikan *return*, investor harus selalu mempertimbangkan tingkat risiko dari suatu investasi. Hubungan antara tingkat risiko dengan *return* harapan adalah searah dan linier. Artinya, semakin besar risiko dari suatu aset, semakin besar pula *return* harapan dari aset tersebut (Tandelilin, 2010). Menurut Franke, Hardle, dan Hafner (2015) penghitungan nilai *return* saham secara sederhana adalah sebagai berikut.

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (2.35)$$

dimana,

R_t = nilai *return* pada waktu ke- t

P_t = harga saham pada waktu ke- t

P_{t-1} = harga saham pada waktu ke- $(t-1)$.

Selain menghitung *return*, risiko juga perlu diperhitungkan dalam melakukan investasi. *Return* dan risiko mempunyai hubungan yang positif, semakin besar risiko yang harus ditanggung maka semakin besar *return* yang harus dikompensasikan. Risiko merupakan perbedaan antara *return* aktual yang diterima dengan *return* yang diharapkan. Risiko dari suatu portofolio saham tergantung pada proporsi saham-saham individu, variansi, dan kovariansi dari saham-saham tersebut. Penghitungan nilai risiko menggunakan metode yang banyak digunakan dalam deviasi standar yang mengukur penyimpangan absolut nilai-nilai yang sudah terjadi ekspektasinya. Di dalam risiko terdapat manajemen risiko, yaitu serangkaian prosedur dan metodologi yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengukur, memantau, dan mengendalikan risiko yang timbul. Bursa Efek Indonesia wajib menerapkan manajemen risiko secara efektif yang disesuaikan dengan tujuan, kebijakan usaha, ukuran, dan kompleksitas usaha serta kemampuan Bursa Efek Indonesia. Tujuan utama penerapan manajemen risiko adalah agar aktivitas usaha yang dilakukan oleh BEI tidak menimbulkan kerugian yang melebihi kemampuan BEI atau yang dapat mengganggu kelangsungan usaha perseroan (Azis, Mintarti dan Nadir, 2015).

2.9 Nilai Tukar Mata Uang

Nilai tukar mata uang atau sering disebut dengan kurs mata uang merupakan suatu perbandingan antara nilai mata uang satu negara dengan mata uang negara lain di seluruh dunia. Perubahan nilai tukar dapat berupa depresiasi (melemah) dan apresiasi (menguat). Bank Indonesia menetapkan kurs konversi sebagai patokan dalam kegiatan ekonomi. Kurs konversi yang ditetapkan Bank Indonesia terdiri atas dua macam yaitu antara lain:

1. Kurs Uang Kertas Asing, yaitu kurs yang digunakan sebagai tolak ukur dalam kegiatan jual beli uang kertas asing.
2. Kurs Transaksi, merupakan kurs yang dipakai sebagai pedoman dalam melakukan transaksi yang melibatkan mata uang asing (Fitri, 2014).

2.10 Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)

Indeks harga saham adalah indikator pergerakan harga saham yang menjadi salah satu pedoman bagi investor untuk melakukan investasi di pasar modal, khususnya saham. Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) merupakan nilai gabungan saham-saham perusahaan yang tercatat di Bursa Efek Indonesia (BEI) (Bursa Efek Indonesia, 2010). Perhitungan IHSG secara umum adalah sebagai berikut.

$$\text{Indeks} = \sum_{n=1}^N \frac{(P_n \times Q_n)}{D_n} \times 100, \quad (2.36)$$

nilai P adalah harga penutupan di pasar reguler, Q adalah jumlah saham, D adalah nilai dasar, dan N merupakan jumlah perusahaan yang tercatat di BEI (Gomarketingstrategic, 2015).

2.11 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mardiyati dan Rosalina (2013), yang menganalisis pengaruh nilai tukar rupiah terhadap harga saham sektor *property* dengan menggunakan analisis *Ordinary Least Square* yang

- menyimpulkan secara parsial nilai tukar memiliki pengaruh negatif dan signifikan terhadap indeks harga saham properti.
2. Sitepu (2013), mengenai pengaruh faktor makro ekonomi terhadap harga saham properti menggunakan analisis regresi berganda, menyimpulkan bahwa nilai tukar dan IHSG berpengaruh signifikan terhadap harga saham properti.
 3. Dharmawan (2010) yang mengestimasi nilai *Value-at-Risk* Portofolio menggunakan metode *t-Copula* memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan metode *Gaussian Copula*.
 4. Nastiti (2016) yang mengestimasi risiko *return* saham perusahaan sektor telekomunikasi menggunakan metode *Value-at-Risk* dengan pendekatan ARMA-GARCH dan *Extreme Value Theory*, menyimpulkan bahwa estimasi VaR dengan menggunakan EVT memberikan hasil yang akurat.
 5. Naufal (2016) yang menganalisis pengaruh *trending topic* di *twitter* dan *google* terhadap *return* indeks LQ45 dan IHSG menggunakan metode ARMAX dan SVR, diperoleh hasil bahwa metode ARMAX terbaik yang dapat menangkap lebih banyak fluktuasi *return* indeks LQ45 adalah kombinasi variabel *dummy* peristiwa dan variabel *twitter* sedangkan untuk *return* IHSG yang terbaik adalah model ARMAX dengan variabel prediktor eksogen *twitter*.
 6. Gordon (2010) mengenai pemodelan harga rantai pasokan ikan Canada dipengaruhi musiman dan kurs US/Canada, disimpulkan bahwa keunggulan ARMAX dibandingkan ARMA yaitu dapat memodelkan data yang dipengaruhi oleh variabel eksogen dan juga dapat mengurangi nilai *forecast error*, hal ini ditunjukkan pada hasil analisis yang diperoleh nilai RMSE dan AIC menggunakan metode ARMAX lebih kecil dibandingkan dengan metode SARMA dan ARMA.
 7. Schopen (2012) mengenai variabel eksogen dalam model *Dynamic Conditional Correlation* pada data keuangan, diperoleh hasil bahwa pada model dengan mengasumsikan volatilitasnya mengikuti GARCH menghasilkan estimator yang bias.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari situs *finance.yahoo.com* mengenai data *return* saham PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), PT. Ciputra Development Tbk (CTRA), dan IHSG serta juga bersumber dari situs *bi.go.id* mengenai data nilai tukar rupiah terhadap dollar. Data tersebut menggunakan periode waktu dari 1 Januari 2010 sampai dengan 30 September 2016.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas variabel respon dan variabel prediktor (eksogen). Variabel respon yaitu data *return* saham PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Ciputra Development Tbk (CTRA), sedangkan variabel eksogennya yaitu nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG. Penjelasan mengenai variabel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

No.	Variabel	Skala	Definisi Operasional
1	Data <i>Return</i> Saham Harian BSDE ($Y_{1,t}$)	Rasio	<i>Return</i> saham harian PT. Bumi Serpong Damai Tbk yang dihitung dari harga penutupan hari ke t dengan hari ke $(t-1)$
2	Data <i>Return</i> Saham Harian PWON ($Y_{2,t}$)	Rasio	<i>Return</i> saham harian PT. Pakuwon Jati Tbk yang dihitung dari harga penutupan hari ke t dengan hari ke $(t-1)$
3	Data <i>Return</i> Saham Harian LPKR ($Y_{3,t}$)	Rasio	<i>Return</i> saham harian PT Lippo Karawaci Tbk yang dihitung dari harga penutupan hari ke t dengan hari ke $(t-1)$

Tabel 3.1 (Lanjutan)

No.	Variabel	Skala	Definisi Operasional
4	Data <i>Return</i> Saham Harian SMRA ($Y_{4,t}$)	Rasio	<i>Return</i> saham harian PT Summarecon Agung Tbk yang dihitung dari harga penutupan hari ke t dengan hari ke $(t-1)$
5	Data <i>Return</i> Saham Harian CTRA ($Y_{5,t}$)	Rasio	<i>Return</i> saham harian PT Ciputra Development Tbk yang dihitung dari harga penutupan hari ke t dengan hari ke $(t-1)$
6	Data <i>Return</i> Saham Harian IHSG ($X_{1,t}$)	Rasio	<i>Return</i> saham harian IHSG yang dihitung dari harga penutupan hari ke t dengan hari ke $(t-1)$
7	Data <i>Return</i> Harian Kurs IDR/USD ($X_{2,t}$)	Rasio	<i>Return</i> harian Kurs Rupiah (IDR) terhadap Dollar (USD)

Struktur data dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3.2 dimana notasi t menunjukkan periode waktu ke- t , $Y_{1,t}$ adalah *return* saham BSDE waktu ke- t , $Y_{2,t}$ menunjukkan *return* saham PWON waktu ke- t , $Y_{3,t}$ merupakan *return* saham LPKR waktu ke- t , $Y_{4,t}$ merupakan *return* saham SMRA waktu ke- t , $Y_{5,t}$ adalah *return* saham CTRA pada waktu ke- t , $X_{1,t}$ adalah *return* IHSG pada waktu ke- t , sedangkan $X_{2,t}$ adalah *return* kurs IDR/USD pada waktu ke- t .

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

Tahun	Bulan	Tanggal	t	$Y_{1,t}$	$Y_{2,t}$	$Y_{3,t}$	$Y_{4,t}$	$Y_{5,t}$	$X_{1,t}$	$X_{2,t}$
2010	Januari	5	1	$Y_{1,1}$	$Y_{2,1}$	$Y_{3,1}$	$Y_{4,1}$	$Y_{5,1}$	$X_{1,1}$	$X_{2,1}$
		6	2	$Y_{1,2}$	$Y_{2,2}$	$Y_{3,2}$	$Y_{4,2}$	$Y_{5,2}$	$X_{1,2}$	$X_{2,2}$
		7	3	$Y_{1,3}$	$Y_{2,3}$	$Y_{3,3}$	$Y_{4,3}$	$Y_{5,3}$	$X_{1,3}$	$X_{2,3}$
	
	...	29	19	$Y_{1,19}$	$Y_{2,19}$	$Y_{3,19}$	$Y_{4,19}$	$Y_{5,19}$	$X_{1,19}$	$X_{2,19}$
	
		1	224	$Y_{1,224}$	$Y_{2,224}$	$Y_{3,224}$	$Y_{4,224}$	$Y_{5,224}$	$X_{1,224}$	$X_{2,224}$
		2	225	$Y_{1,225}$	$Y_{2,225}$	$Y_{3,225}$	$Y_{4,225}$	$Y_{5,225}$	$X_{1,225}$	$X_{2,225}$
	Desember	3	226	$Y_{1,226}$	$Y_{2,226}$	$Y_{3,226}$	$Y_{4,226}$	$Y_{5,226}$	$X_{1,226}$	$X_{2,226}$
	
		30	243	$Y_{1,243}$	$Y_{2,243}$	$Y_{3,243}$	$Y_{4,243}$	$Y_{5,243}$	$X_{1,243}$	$X_{2,243}$
	
2011	Januari	3	244	$Y_{1,244}$	$Y_{2,244}$	$Y_{3,244}$	$Y_{4,244}$	$Y_{5,244}$	$X_{1,244}$	$X_{2,244}$
		4	245	$Y_{1,245}$	$Y_{2,245}$	$Y_{3,245}$	$Y_{4,245}$	$Y_{5,245}$	$X_{1,245}$	$X_{2,245}$
		5	246	$Y_{1,246}$	$Y_{2,246}$	$Y_{3,246}$	$Y_{4,246}$	$Y_{5,246}$	$X_{1,246}$	$X_{2,246}$
	
		31	264	$Y_{1,264}$	$Y_{2,264}$	$Y_{3,264}$	$Y_{4,264}$	$Y_{5,264}$	$X_{1,264}$	$X_{2,264}$

Tabel 3.2 (Lanjutan)

Tahun	Bulan	Tanggal	t	$Y_{1,t}$	$Y_{2,t}$	$Y_{3,t}$	$Y_{4,t}$	$Y_{5,t}$	$X_{1,t}$	$X_{2,t}$
2011	Desember
		2	466	$Y_{1,466}$	$Y_{2,466}$	$Y_{3,466}$	$Y_{4,466}$	$Y_{5,466}$	$X_{1,466}$	$X_{2,466}$
		5	467	$Y_{1,467}$	$Y_{2,467}$	$Y_{3,467}$	$Y_{4,467}$	$Y_{5,467}$	$X_{1,467}$	$X_{2,467}$
		6	468	$Y_{1,468}$	$Y_{2,468}$	$Y_{3,468}$	$Y_{4,468}$	$Y_{5,468}$	$X_{1,468}$	$X_{2,468}$
	
		30	484	$Y_{1,484}$	$Y_{2,484}$	$Y_{3,484}$	$Y_{4,484}$	$Y_{5,484}$	$X_{1,484}$	$X_{2,484}$
...	
2016	Januari	4	1444	$Y_{1,1444}$	$Y_{2,1444}$	$Y_{3,1444}$	$Y_{4,1444}$	$Y_{5,1444}$	$X_{1,1444}$	$X_{2,1444}$
		5	1445	$Y_{1,1445}$	$Y_{2,1445}$	$Y_{3,1445}$	$Y_{4,1445}$	$Y_{5,1445}$	$X_{1,1445}$	$X_{2,1445}$
		6	1446	$Y_{1,1446}$	$Y_{2,1446}$	$Y_{3,1446}$	$Y_{4,1446}$	$Y_{5,1446}$	$X_{1,1446}$	$X_{2,1446}$
	
	...	29	1463	$Y_{1,1463}$	$Y_{2,1463}$	$Y_{3,1463}$	$Y_{4,1463}$	$Y_{5,1463}$	$X_{1,1463}$	$X_{2,1463}$
	
		1	1596	$Y_{1,1596}$	$Y_{2,1596}$	$Y_{3,1596}$	$Y_{4,1596}$	$Y_{5,1596}$	$X_{1,1596}$	$X_{2,1596}$
	September	2	1597	$Y_{1,1597}$	$Y_{2,1597}$	$Y_{3,1597}$	$Y_{4,1597}$	$Y_{5,1597}$	$X_{1,1597}$	$X_{2,1597}$
		5	1598	$Y_{1,1598}$	$Y_{2,1598}$	$Y_{3,1598}$	$Y_{4,1598}$	$Y_{5,1598}$	$X_{1,1598}$	$X_{2,1598}$
	
30	1614	$Y_{1,1614}$	$Y_{2,1614}$	$Y_{3,1614}$	$Y_{4,1614}$	$Y_{5,1614}$	$X_{1,1614}$	$X_{2,1614}$		

3.3 Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis yang digunakan di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

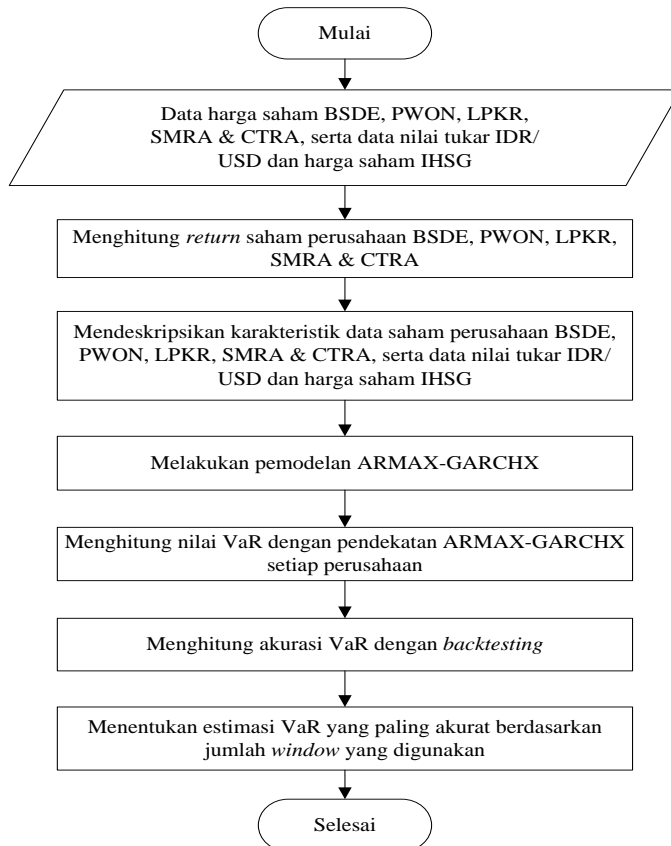
1. Mendeskripsikan karakteristik data.
Deskripsi karakteristik data dilakukan pada masing-masing *return* saham PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Ciputra Development Tbk (CTRA). Selain itu juga pada variabel eksogen nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG.
2. Menghitung estimasi risiko *return* saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA
Perhitungan risiko *return* saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA menggunakan metode *Value-at-Risk* (VaR). Estimasi model VaR ini dengan menggunakan pendekatan ARMAX-GARCHX karena data *return* saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA dipengaruhi oleh

variabel eksogen yaitu nilai tukar rupiah terhadap dollar dan *return* IHSG. Parameter μ_t dalam perhitungan nilai VaR didekati dengan model ARMAX, sedangkan parameter σ_t^2 didekati dengan menggunakan model GARCHX agar dapat menangkap volatilitas dari data *return* saham tersebut. Penelitian ini menggunakan konsep *moving window* digunakan untuk memperoleh model dasar yang sama dengan parameter yang optimal. Dalam konsep *moving window* ini, setiap *window* terdiri atas data *return* saham dengan interval waktu yaitu 250 hari (1 tahun transaksi), 375 hari (1,5 tahun transaksi), dan 500 hari (2 tahun transaksi). Berikut ini adalah langkah-langkah penghitungan nilai VaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX.

- a. Mengidentifikasi model ARMAX pada *return* saham perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA secara keseluruhan.
- b. Mengestimasi parameter terhadap model ARMAX dimana variabel eksogennya yaitu *return* nilai tukar rupiah terhadap dollar dan *return* IHSG.
- c. Melakukan pengujian signifikansi terhadap parameter model ARMAX.
- d. Melakukan *diagnotical checking* mengenai asumsi *white noise* dan distribusi normal pada residual data.
- e. Memilih model ARMAX terbaik menggunakan kriteria AIC.
- f. Mengidentifikasi adanya efek ARCH-GARCH pada nilai *error* dari model ARMAX yang terbentuk.
- g. Mengidentifikasi model GARCHX.
- h. Mengestimasi parameter terhadap model GARCHX.
- i. Melakukan pengujian signifikansi terhadap parameter model GARCHX.
- j. Mendapatkan model ARMAX-GARCHX yang sudah sesuai, dimana setiap *window* memiliki model yang sama.

- k. Menghitung nilai VaR berdasarkan estimasi parameter model ARMAX-GARCHX pada setiap *window*.
- l. Menghitung akurasi model VaR dengan melakukan *backtesting*.

Berdasarkan langkah-langkah analisis yang telah diuraikan tersebut, maka diagram alir perhitungan nilai risiko *return* saham saham perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

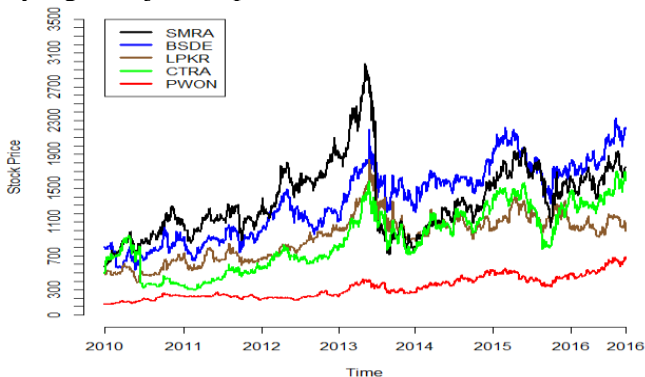
Pada bab ini membahas hasil analisis estimasi risiko *return* saham perusahaan PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), dan PT. Ciputra Development Tbk (CTRA) dimana dilakukan analisis mengenai deskripsi data, pemodelan ARMAX-GARCHX dan perhitungan nilai *Value at-Risk*.

4.1 Deskripsi Data

Analisis deskripsi data *return* saham ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik saham perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA sebagai variabel respon serta nilai tukar rupiah terhadap dollar (IDR/USD) dan IHSG sebagai variabel yang mempengaruhinya.

4.1.1 Karakteristik Saham Perusahaan Sub Sektor *Property* dan *Real Estate*

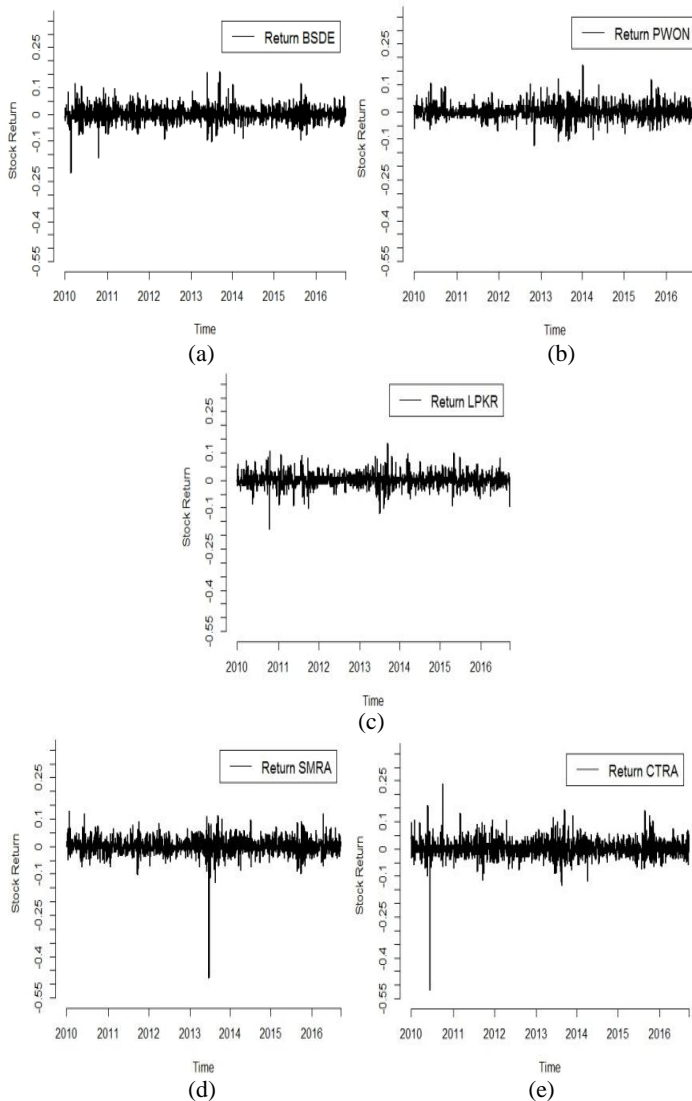
Harga saham (*close price*) pada perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA ditunjukkan melalui *time series plot* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Time Series Plot Close Price Saham Sub Sektor *Property* dan *Real Estate*

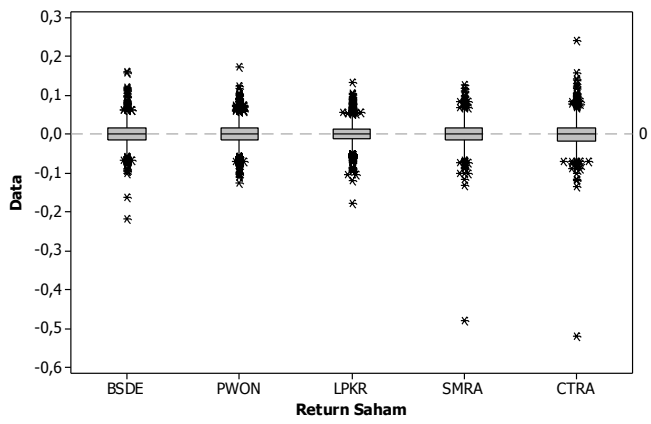
Berdasarkan Gambar 4.1 di atas, diketahui bahwa pergerakan harga saham perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA memiliki pola yang sama. Harga saham perusahaan PWON lebih rendah dibandingkan saham perusahaan lainnya. Pada Gambar 4.1 ditunjukkan bahwa sepanjang tahun 2010 sampai 2016, kenaikan harga saham tertinggi terjadi pada awal tahun 2013. Namun, pada pertengahan tahun 2013 dan 2015 terjadi penurunan harga saham kelima perusahaan. Penurunan harga saham ini disebabkan oleh adanya kebijakan Bank Indonesia (BI) mengenai *Loan To Value* (LTV) II pada September 2013 dan LTV III pada Juni 2015 untuk kredit sektor properti dan juga adanya kenaikan suku bunga (BI *rate*) pada bulan Juni 2013 yang mencapai 7,5%. Kebijakan BI ini mengakibatkan penurunan permintaan rumah secara kredit yang berimbas pada menurunnya harga saham sektor properti. Berdasarkan pergerakan harga saham perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA tersebut, maka untuk *return* saham masing-masing perusahaan dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Pada Gambar 4.2 diketahui bahwa *time series plot* dari nilai *return* saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA berada di sekitar angka nol. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *return* saham kelima perusahaan tersebut sudah memenuhi asumsi stasioneritas dalam *mean*. Gambar 4.2 juga menunjukkan bahwa nilai *return* saham memiliki volatilitas yang tidak homogen, volatilitas ini menyebabkan adanya kasus heteroskedastisitas pada data *return* saham. Terjadinya volatilitas *return* saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA diduga disebabkan oleh beberapa faktor seperti nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG. Sehingga untuk menangkap kasus heteroskedastisitas *return* saham yang dipengaruhi oleh nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG tersebut maka dalam penelitian ini digunakan metode GARCHX.



Gambar 4.2 Time Series Plot Return Saham (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA

Karakteristik *return* saham dari perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA dapat ditunjukkan pada Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Box Plot Return Saham Sub Sektor *Property dan Real Estate*

Berdasarkan Gambar 4.3 diketahui bahwa *return* saham kelima perusahaan memiliki median yang sama yaitu nol, hal ini berarti tidak ada perbedaan antara nilai *return* saham kelima perusahaan karena nilai *return* saham kelima perusahaan berada di angka nol. Perhitungan statistika deskriptif dari harga dan *return* saham kelima perusahaan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Saham Sub Sektor *Property dan Real Estate*

Variabel	Rata-rata	Varians	Koefisien Varians	Min.	Maks.	Skew.	Kurt.
BSDE	0,0010	0,00079	2763,9	-0,22	0,16	0,01	5,09
PWON	0,0014	0,00072	1947,2	-0,13	0,17	0,27	2,91
LPKR	0,0008	0,00061	3302,9	-0,18	0,14	-0,06	4,33
SMRA	0,0012	0,00097	2558,7	-0,48	0,13	-2,15	35,68
CTRA	0,0014	0,00117	2521,6	-0,52	0,24	-1,66	35,11

Return saham perusahaan PWON dan CTRA lebih tinggi dibanding saham perusahaan lainnya. Jika dilihat dari koefisien varians *return* saham yang terkecil, nampak bahwa perusahaan PWON memiliki tingkat *return* atau keuntungan saham yang lebih stabil. Perusahaan dengan nilai *return* saham yang tertinggi dan terendah adalah perusahaan CTRA, hal ini berarti bahwa tingkat kerugian dan keuntungan maksimum di perusahaan CTRA lebih tinggi dari perusahaan yang lainnya. Berdasarkan nilai *skewness* dan *kurtosis*, diketahui bahwa data *return* saham kelima perusahaan tidak mengikuti distribusi normal karena nilai *skewness* tidak sama dengan nol dan nilai *kurtosis* tidak sama dengan tiga.

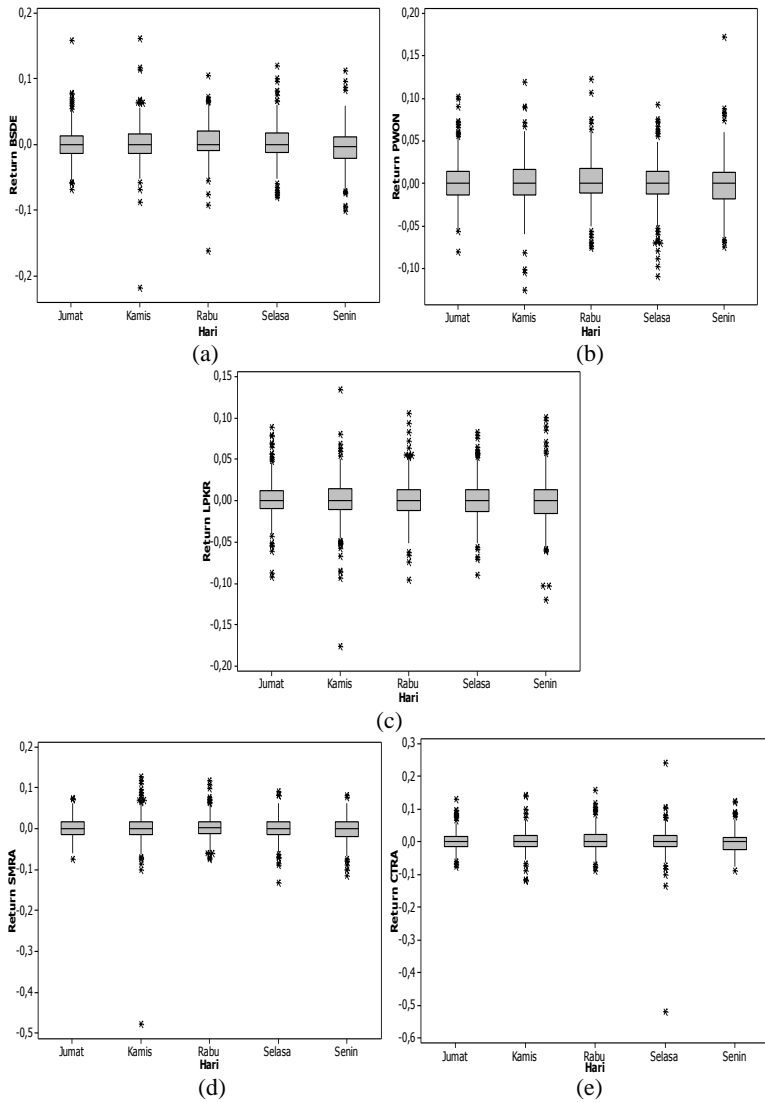
Transaksi saham dilakukan pada hari kerja Bursa Efek Indonesia (BEI) yaitu dari hari Senin sampai Jumat, sedangkan hari Sabtu, Minggu, dan hari Libur tidak dilakukan transaksi. Apabila dilihat berdasarkan transaksi saham harian maka karakteristik masing-masing perusahaan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Karakteristik *Return* Saham Harian

Variabel	Ukuran	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
BSDE	<i>Mean</i>	-0,0044	0,0022	0,0048	0,0017	0,0008
	<i>Variance</i>	0,0009	0,0008	0,0008	0,0009	0,0007
PWON	<i>Mean</i>	-0,0017	0,0003	0,0036	0,0019	0,0030
	<i>Variance</i>	0,0008	0,0007	0,0007	0,0008	0,0007
SMRA	<i>Mean</i>	-0,0013	0,0006	0,0017	0,0006	0,0022
	<i>Variance</i>	0,0008	0,0008	0,0008	0,0017	0,0007
LPKR	<i>Mean</i>	-0,0025	0,0006	0,0046	0,0018	0,0016
	<i>Variance</i>	0,0007	0,0006	0,0006	0,0007	0,0005
CTRA	<i>Mean</i>	-0,0029	0,0018	0,0049	0,0024	0,0007
	<i>Variance</i>	0,0010	0,0020	0,0011	0,0010	0,0008

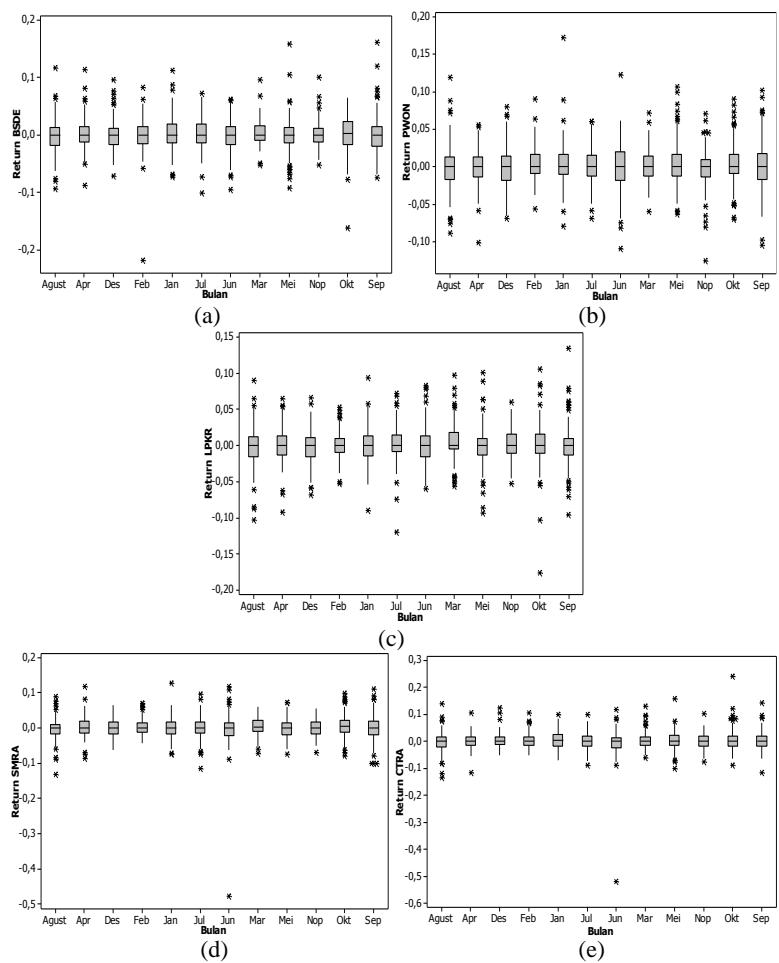
Berdasarkan Tabel 4.2, *return* saham perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA memiliki karakteristik yang sama pada hari Senin yaitu dihasilkan rata-rata nilai *return* saham yang paling negatif. Hal ini berarti kelima perusahaan cenderung mengalami kerugian pada hari Senin. Dimana pada hari tersebut, *return* saham cukup berfluktuatif karena memiliki varians *return* pada masing-masing perusahaan yang cukup tinggi dibandingkan hari lainnya. Nilai *return* saham perusahaan yang cenderung negatif pada hari Senin ini merupakan fenomena *Monday Effect*. Menurut penelitian Rahmawati (2016) mengenai analisis *Monday Effect* dan *Weekend Effect* pada *return* saham LQ45, menyatakan bahwa *return* saham pada hari Senin yang negatif mengakibatkan terjadi adanya *Monday effect*, yaitu *return* pada awal pekan (hari Senin) cenderung bernilai negatif dibandingkan *return* pada hari perdagangan lainnya. Diketahui pula bahwa rata-rata nilai *return* saham tertinggi untuk perusahaan BSDE, PWON, LPKR, dan CTRA terjadi pada hari Rabu. Sedangkan rata-rata nilai *return* saham tertinggi untuk perusahaan SMRA terjadi pada hari Jumat. Sehingga perusahaan cenderung mengalami keuntungan pada kedua hari tersebut.

Karakteristik *return* saham harian perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA juga dapat ditunjukkan pada Gambar 4.4. Pada Gambar 4.4 tersebut, diketahui bahwa nilai median *return* saham kelima perusahaan pada masing-masing hari hampir sama. Hal ini berarti bahwa baik pada perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, maupun CTRA memiliki nilai *return* saham yang hampir sama pada setiap harinya.



Gambar 4.4 Box Plot Return Saham Harian (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA

Return saham bulanan perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA disajikan dalam Gambar 4.5 sebagai berikut.



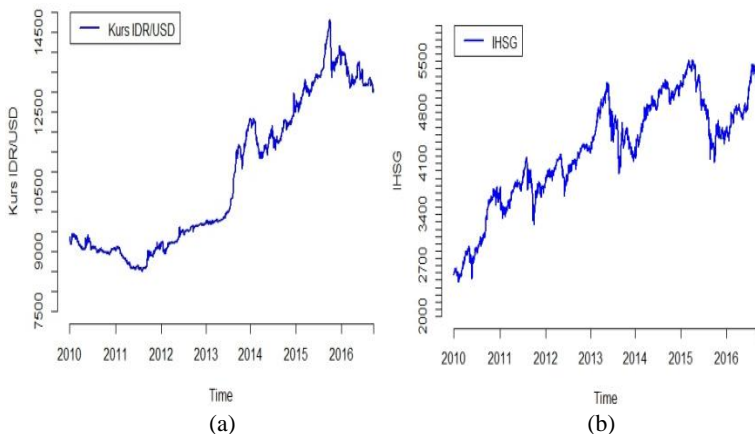
Gambar 4.5 Box Plot Return Saham Bulanan (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA

Jika dilihat berdasarkan *return* saham bulanan, untuk perusahaan PWON dan LPKR memiliki nilai median *return*

saham yang sama tiap bulannya yaitu sebesar 0. Nilai median *return* saham tertinggi untuk perusahaan BSDE dan SMRA terjadi pada bulan Oktober yaitu sebesar 0,00339 dan 0,00602, sedangkan untuk perusahaan CTRA terjadi pada bulan Januari yaitu sebesar 0,00349. Sehingga perusahaan BSDE dan SMRA cenderung mengalami keuntungan di bulan Oktober, CTRA cenderung mengalami keuntungan di bulan Januari, sedangkan PWON dan LPKR cenderung sama tiap bulannya.

4.1.2 Karakteristik Nilai Tukar Rupiah terhadap Dollar dan IHSG

Volatilitas *return* saham perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA cenderung tidak homogen. Hal ini diduga disebabkan oleh beberapa faktor seperti nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG.



Gambar 4.6 Time Series Plot (a) Nilai Tukar IDR/USD dan (b) IHSG

Pola pergerakan nilai tukar rupiah terhadap dollar dari hari ke hari cenderung mengalami kenaikan, namun juga terjadi penurunan pada pertengahan tahun 2011 yang mencapai nilai terendah sebesar Rp8.502,00. Penurunan nilai tukar rupiah terhadap dollar ini menunjukkan nilai rupiah semakin menguat. Namun sejak setelah itu, nilai tukar rupiah terhadap dollar selalu

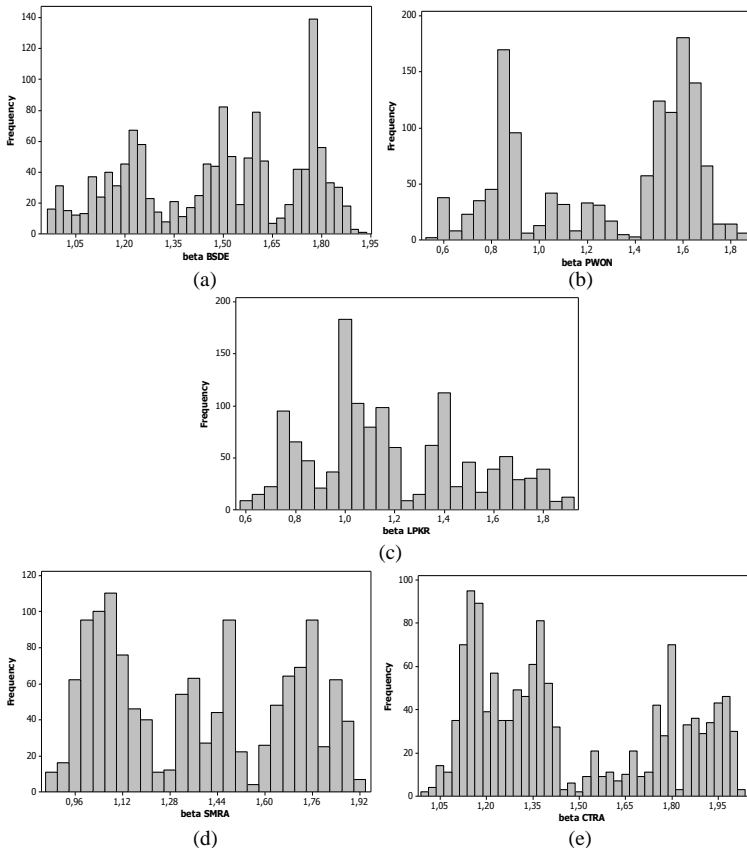
mengalami kenaikan. Kenaikan secara drastis terjadi pada pertengahan tahun 2013 menjadi Rp12.331,00 dan nilai tukar rupiah terhadap dollar tertinggi terjadi pada pertengahan 2015 yaitu mencapai Rp14.802,00. Fenomena ini juga bersamaan dengan kenaikan tingkat suku bunga Bank Indonesia menjadi 7,5% yang juga berdampak pada semakin melemahnya Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) pada saat itu, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 (b), nampak bahwa ketika nilai rupiah semakin melemah pada pertengahan 2013 dan 2015, laju IHSG justru mengalami penurunan. Penurunan IHSG ini berimbas pada menurunnya nilai saham dari beberapa sektor salah satunya sektor properti. Sehingga terjadinya laju pergerakan nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG ini mampu mempengaruhi kenaikan dan penurunan harga saham suatu perusahaan.

4.2 Pemodelan ARMAX-GARCHX pada *Return Saham Perusahaan Sub Sektor Property dan Real Estate*

Pada penelitian ini analisis *Value-at-Risk* (VaR) dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan yaitu pendekatan ARMAX untuk megestimasi parameter *mean*, dan pendekatan GARCHX untuk mengestimasi parameter varians. Sebelum dilakukan pemodelan, terlebih dahulu dilakukan analisis *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) yang bertujuan untuk membuktikan teori mengenai pengaruh IHSG terhadap saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA.

4.2.1 *Capital Asset Pricing Model* (CAPM)

Capital Asset Pricing Model (CAPM) bertujuan untuk menjelaskan pengaruh saham pasar secara keseluruhan atau IHSG terhadap saham perusahaan yaitu saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA. Analisis CAPM antara IHSG dengan masing-masing perusahaan dilakukan pada setiap *window*, dengan jumlah *window* sebanyak 250 hari transaksi dan menghasilkan parameter β_α seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 CAPM antara *Return* IHSG dengan *Return* Saham (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA

Pada analisis CAPM antara *return* IHSG dengan *return* saham perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA, variabel yang dijadikan sebagai *risk free rate* adalah tingkat suku bunga (*BI rate*) dengan kurun waktu Januari 2010 sampai dengan Juli 2016. Analisis CAPM ini menghasilkan nilai β_α setiap perusahaan, dimana berdasarkan Gambar 4.7 diketahui bahwa plot β_α perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA memiliki pola pergerakan yang sama. Terlihat bahwa pada

perusahaan CTRA memiliki nilai β_α antara 1 sampai 2 di setiap *window*nya, yang berarti bahwa tingkat sensitivitas saham tersebut lebih tinggi dari IHSG. Sedangkan untuk perusahaan BSDE, PWON, LPKR, dan SMRA memiliki nilai β_α antara 0 sampai 2 di setiap *window*nya. Hal ini berarti bahwa pada nilai β_α antara 0 dan 1, maka tingkat sensitivitas saham tersebut lebih rendah dari IHSG. Pada nilai β_α lebih dari 1, menunjukkan tingkat sensitivitas saham tersebut lebih tinggi dibandingkan IHSG. Perusahaan BSDE memiliki β_α yang dominan pada angka 1,85. PWON memiliki β_α yang dominan pada angka 0,8 dan 1,6. LPKR dominan pada interval 1 sampai 1,2. SMRA dominan pada interval 0,96 sampai 1,28. Sedangkan CTRA dominan pada interval 1,05 sampai 1,5. Sehingga kelima perusahaan memiliki β_α yang lebih dari 1, hal ini berarti bahwa secara keseluruhan tingkat sensitivitas kelima saham lebih tinggi dari IHSG. Uji signifikansi parameter β_α dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Uji Signifikansi Parameter β_α

Saham	Window ke-	β_α	Pvalue	Ket.
BSDE	1	1,06460	0,00000	Signifikan
PWON		0,85570	0,00000	Signifikan
LPKR		0,60150	0,00001	Signifikan
SMRA		1,00580	0,00000	Signifikan
CTRA		1,38530	0,00000	Signifikan
BSDE	2	1,09410	0,00000	Signifikan
PWON		0,84210	0,00000	Signifikan
LPKR		0,61350	0,00000	Signifikan
SMRA		0,98500	0,00000	Signifikan
CTRA		1,38400	0,00000	Signifikan
BSDE	3	1,09560	0,00000	Signifikan
PWON		0,83990	0,00000	Signifikan
LPKR		0,61290	0,00000	Signifikan
SMRA		0,98530	0,00000	Signifikan
CTRA		1,38700	0,00000	Signifikan
...
BSDE	1323	1,67710	0,00000	Signifikan
PWON		1,52070	0,00000	Signifikan
LPKR		0,97750	0,00000	Signifikan
SMRA		1,77210	0,00000	Signifikan
CTRA		1,22330	0,00000	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas, diketahui bahwa pada tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ dihasilkan *Pvalue* parameter β_α masing-masing perusahaan di setiap *window* memiliki nilai yang kurang dari α maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu *return* IHSG berpengaruh secara signifikan terhadap *return* saham kelima perusahaan. Oleh karena itu, hasil analisis CAPM ini mendukung teori bahwa IHSG mempengaruhi saham individual.

4.2.2 Pemodelan ARMAX

Model ARMAX digunakan untuk mengestimasi parameter *mean* dalam model VaR. Pemodelan dilakukan pada keseluruhan data, dimana model ARMAX yang terbentuk dapat digunakan pada setiap *window*. Pemodelan ARMAX dilakukan dengan cara mengidentifikasi model ARMAX pada data *return* saham kelima perusahaan, mengestimasi parameter model ARMAX, melakukan uji signifikansi parameter, melakukan *diagnostical checking* mengenai asumsi *white noise* dan distribusi normal pada residual data, dan memilih model ARMAX terbaik menggunakan kriteria AIC.

4.2.2.1 Uji Stasioneritas

Syarat stasioner dalam *mean* dapat diketahui melalui pola pergerakan *return* saham seperti pada Gambar 4.2, dari pola pergerakan *return* tersebut ditunjukkan bahwa *return* saham baik pada perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, maupun CTRA memiliki pola yang sama yaitu nilainya berada di sekitar angka nol. Hal ini membuktikan bahwa *return* saham kelima perusahaan sudah stasioner dalam *mean*. Seperti yang telah diketahui berdasarkan Gambar 4.2, bahwa varians *return* masing-masing perusahaan bersifat heteroskedastisitas, maka hal ini dapat dilihat pula dengan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM). Pada uji LM ini digunakan *lag* sebanyak 10 seperti yang tercantum dalam Tabel 4.4.

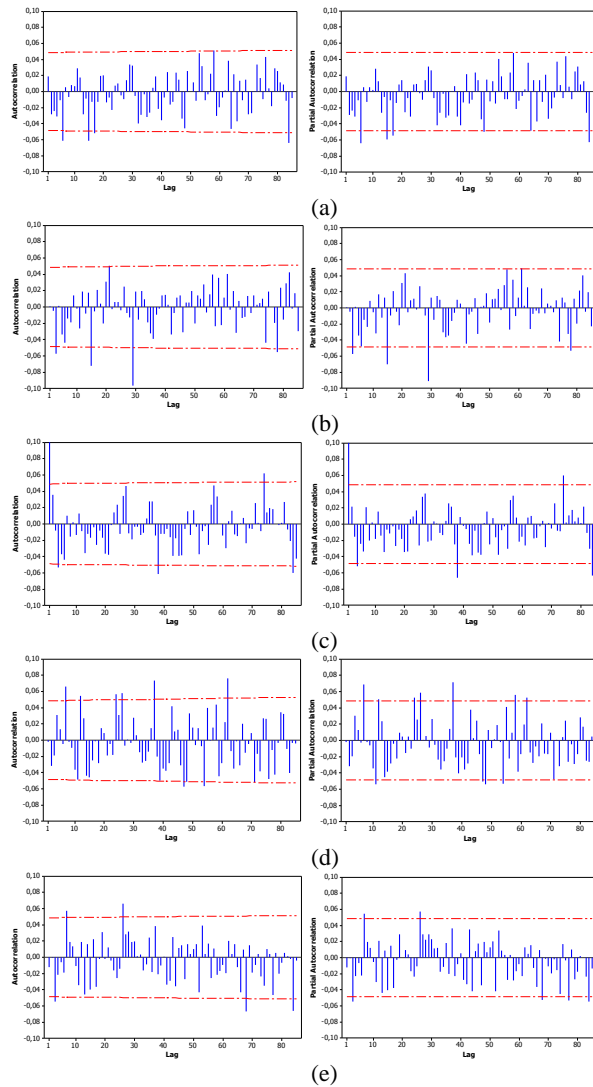
Tabel 4.4 Uji *Lagrange Multiplier* pada *Return Saham*

k	BSDE	PWON	LPKR	SMRA	CTRA	$\chi^2_{0,05;k}$
1	8,922	25,559	1,997	0,820	0,002	3,841
2	9,498	37,350	2,715	2,134	0,278	5,991
3	9,869	41,212	11,845	2,823	0,418	7,815
4	9,854	41,393	35,663	3,239	0,394	9,488
5	10,221	44,838	36,471	3,429	0,407	11,071
6	11,015	45,100	38,763	3,436	0,430	12,592
7	19,376	55,340	46,789	8,166	0,841	14,067
8	19,323	57,455	52,677	8,188	0,882	15,507
9	19,345	57,484	52,713	8,187	0,908	16,919
10	8,922	25,559	1,997	0,820	0,002	18,307

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas, pada tingkat signifikan α sebesar 5% terlihat bahwa perusahaan BSDE, LPKR, dan PWON memiliki nilai *Chi-square* yang lebih besar dari nilai $\chi^2_{0,05;k}$. Sedangkan perusahaan SMRA dan CTRA memiliki nilai *Chi-square* yang kurang dari $\chi^2_{0,05;k}$ di setiap *lag* nya. Sehingga terbukti bahwa *return* perusahaan BSDE, LPKR, dan PWON memiliki varians yang bersifat heteroskedastisitas yang berarti terdapat efek ARCH-GARCH pada keempat perusahaan tersebut. Sedangkan untuk perusahaan SMRA dan CTRA tidak memiliki kasus heteroskedastisitas atau tidak terdapat efek ARCH-GARCH. Meskipun demikian, langkah selanjutnya dilakukan analisis GARCHX untuk mengatasi adanya heteroskedastisitas pada varians masing-masing perusahaan.

4.2.2.2 Identifikasi Model ARMAX

Selanjutnya dilakukan identifikasi model ARMAX pada *return* saham perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA. Dimana *return* saham kelima perusahaan dipengaruhi oleh variabel eksogen yaitu kurs IDR/USD dan IHSG. Identifikasi model ARMAX menggunakan plot ACF dan PACF pada *return* saham masing-masing perusahaan yang tersaji dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Plot ACF dan PACF *Return Saham* (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA

Gambar 4.8 (a) merupakan plot ACF dan PACF dari *return* saham BSDE, terlihat bahwa pada plot ACF *lag-lag* yang signifikan adalah *lag* ke-1. Artinya *return* saham BSDE dipengaruhi oleh *return* saham pada 1 hari sebelumnya sehingga identifikasi model awal yaitu ARMAX(1,0,2). Sedangkan plot PACF diperoleh model awal yaitu ARMAX(0,[6,15,16],2). *Lag-lag* yang signifikan pada Gambar 4.8 (b) mengenai plot ACF *return* saham PWON adalah *lag* ke-1 sehingga model awalnya adalah ARMAX(1,0,2), sedangkan plot PACF memberikan identifikasi model awal yaitu ARMAX(0,[3,15,29],2). Pada Gambar 4.8 (c) terlihat bahwa plot ACF *return* saham LPKR diperoleh model awal yaitu ARMAX(2,0,2) dan plot PACFnya memberikan identifikasi model awal yaitu ARMAX(0,[1,4],2). Plot ACF dan PACF *return* saham SMRA pada Gambar 4.8 (d) terlihat bahwa *lag-lag* yang signifikan dalam plot ACF adalah *lag* ke-1 yang berarti model awalnya adalah ARMAX(1,0,2), sedangkan pada plot PACF memberikan identifikasi model awal yaitu ARMAX(0,[7,11,12],2). Pada Gambar 4.8 (e) terlihat *return* saham CTRA pada plot ACF dipengaruhi oleh *return* saham pada 1 hari sebelumnya karena *lag-lag* yang signifikan adalah *lag* ke-1 yang memberikan model awal yaitu ARMAX(1,0,2), plot PACF memberikan dugaan model awal yaitu ARMAX(0,[3,8,26],2).

Pada penelitian ini, pemodelan ARMAX didasarkan pada prinsip *Parcimony* yang menyatakan bahwa estimasi suatu model diusahakan menggunakan model yang sesederhana mungkin, model terbaik merupakan model yang paling sederhana. Hal ini dikarenakan model ARMAX yang terbentuk pada masing-masing perusahaan terlalu rumit dan berbeda di setiap *window*nya. Sehingga berdasarkan prinsip *Parcimony*, dengan menggunakan model ARMAX yang sederhana maka model tersebut dapat berlaku pada setiap *window*. Model awal ARMAX adalah ARMAX(1,1,2), ARMAX(1,0,2), dan ARMAX(0,1,2).

4.2.2.3 Estimasi dan Pengujian Signifikan Parameter Model ARMAX

Tabel 4.5 merupakan estimasi dan uji signifikansi parameter model awal ARMAX pada *return* saham kelima perusahaan, dimana variabel eksogennya yaitu IHSG (X_1) dan kurs IDR/USD (X_2).

Tabel 4.5 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX

Saham	Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
BSDE	ARMAX(1,1,2)	μ	0,019	2333,000	0,000
		ϕ_1	0,795	2308,300	0,000
		θ_1	-0,766	-2309,100	0,000
		X_1	-4,946	-2288,400	0,000
		X_2	-7,159	-2336,400	0,000
	ARMAX(1,0,2)	μ	-0,009	-17952,400	0,000
		ϕ_1	0,135	12363,500	0,000
		X_1	0,464	6930,100	0,000
		X_2	0,308	7599,100	0,000
	ARMAX(0,1,2)	μ	-0,031	-24130,000	0,000
		θ_1	-0,036	-23439,000	0,000
		X_1	11,327	21016,000	0,000
		X_2	2,768	23530,000	0,000
	PWON	ARMAX(1,1,2)	μ	0,035	9075,710
ϕ_1			1,000	6471,360	0,000
θ_1			-0,978	-1557,710	0,000
X_1			0,027	571,610	0,000
X_2			0,246	1548,020	0,000
ARMAX(1,0,2)		μ	-0,001	-1968,900	0,000
		ϕ_1	-0,034	-1967,600	0,000
		X_1	1,697	56346,100	0,000
		X_2	-0,771	-25361,300	0,000
ARMAX(0,1,2)		μ	0,003	2724,300	0,000
		θ_1	-0,024	-59123,800	0,000
		X_1	1,315	36926,600	0,000
		X_2	-0,813	-2722,900	0,000
LPKR		ARMAX(1,1,2)	μ	-0,010	-0,609
	ϕ_1		1,000	3334,581	0,000
	θ_1		-0,965	-3133,620	0,000
	X_1		0,424	2991,453	0,000
	X_2		-2,181	-4329,600	0,000

Tabel 4.5 (Lanjutan)

Saham	Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
LPKR	ARMAX(1,0,2)	μ	0,016	1431,900	0,000
		ϕ_1	0,182	1412,300	0,000
		X_1	0,034	22792,800	0,000
		X_2	2,045	1178,300	0,000
	ARMAX(0,1,2)	μ	-0,012	-14916,000	0,000
		θ_1	0,271	17178,000	0,000
		X_1	1,097	16671,000	0,000
		X_2	-0,261	-11965,000	0,000
	ARMAX(1,1,2)	μ	0,029	10009,500	0,000
		ϕ_1	1,000	6858,200	0,000
		θ_1	-0,979	-5270,600	0,000
		X_1	0,111	8924,300	0,000
		X_2	0,471	10320,700	0,000
SMRA	ARMAX(1,0,2)	μ	0,061	3211,100	0,000
		ϕ_1	-0,002	-2701,900	0,000
		X_1	7,292	3397,700	0,000
		X_2	87,323	6734,700	0,000
	ARMAX(0,1,2)	μ	0,001	30604,000	0,000
		θ_1	-0,002	-30693,000	0,000
		X_1	1,312	30554,000	0,000
		X_2	-0,424	-30923,000	0,000
	ARMAX(1,1,2)	μ	0,132	460,080	0,000
		ϕ_1	0,839	1652,040	0,000
		θ_1	-0,850	-1645,760	0,000
		X_1	-4,032	-522,230	0,000
		X_2	-18,475	-540,020	0,000
CTRA	ARMAX(1,0,2)	μ	0,033	7755,100	0,001
		ϕ_1	0,476	2884,600	0,000
		X_1	1,045	2857,900	0,000
		X_2	0,194	81045,500	0,000
	ARMAX(0,1,2)	μ	-0,001	-37470,000	0,000
		θ_1	-0,038	-37755,000	0,000
		X_1	1,528	66718,000	0,000
		X_2	2,594	14272,000	0,000

Berdasarkan Tabel 4.5 di atas, diperoleh nilai estimasi parameter dugaan awal model ARMAX di setiap perusahaan, dimana dilakukan uji signifikansi pada parameter model untuk

mengetahui apakah parameter berpengaruh signifikan dalam model ARMAX yang terbentuk. Pengujian signifikansi parameter model menggunakan statistik uji $|t \text{ value}|$ yang dibandingkan dengan nilai $|t_{\text{tabel}}|$ pada tingkat signifikansi α sebesar 5% yaitu sebesar 1,645. Diketahui bahwa nilai $|t \text{ value}|$ pada seluruh model melebihi nilai t_{tabel} dan $P\text{value}$ sama dengan 0 yang kurang dari $\alpha = 5\%$, yang berarti semua parameter model ARMAX di seluruh perusahaan sudah signifikan. Kecuali pada model ARMAX(1,1,2) di perusahaan LPKR.

4.2.2.4 Diagnostic Checking

Langkah selanjutnya setelah diperoleh parameter model yang sudah signifikan adalah melakukan *diagnostic checking* untuk mengetahui apakah residual model sudah memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal atau belum. Uji asumsi *white noise* menggunakan uji *Ljung-Box* pada residual model awal ARMAX masing-masing perusahaan tercantum dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Uji Asumsi *White Noise* Residual Model ARMAX

Saham	Model	Hingga lag ke-	γ	$P\text{value}$
BSDE	ARMAX(1,1,2)	1	0,063	0,801
		5	30,301	0,000
		9	47,760	0,000
	ARMAX(1,0,2)	1	5,740	0,017
		2	6,101	0,000
		5	30,389	0,000
	ARMAX(0,1,2)	1	24,040	0,000
		2	25,060	0,000
		5	25,950	0,000
PWON	ARMAX(1,1,2)	1	0,295	0,587
		5	2,536	0,759
		9	4,488	0,574
	ARMAX(1,0,2)	1	0,892	0,345
		2	0,892	0,803
		5	7,099	0,018
	ARMAX(0,1,2)	1	0,273	0,602
		2	0,273	0,996
		5	8,464	0,005

Tabel 4.6 (Lanjutan)

Saham	Model	Hingga lag ke-	γ	<i>Pvalue</i>
LPKR	ARMAX(1,1,2)	1	8,348	0,004
		5	11,962	0,000
		9	18,350	0,000
	ARMAX(1,0,2)	1	8,678	0,003
		2	9,751	0,000
		5	11,097	0,000
	ARMAX(0,1,2)	1	50,060	0,000
		2	51,280	0,000
		5	53,430	0,000
SMRA	ARMAX(1,1,2)	1	0,004	0,952
		5	2,341	0,855
		9	5,543	0,339
	ARMAX(1,0,2)	1	0,202	0,653
		2	0,599	0,936
		5	2,989	0,434
	ARMAX(0,1,2)	1	0,000	0,995
		2	3,410	0,015
		5	5,870	0,052
CTRA	ARMAX(1,1,2)	1	1,685	0,194
		5	11,562	0,000
		9	15,676	0,000
	ARMAX(1,0,2)	1	267,400	0,000
		2	267,700	0,000
		5	268,700	0,000
	ARMAX(0,1,2)	1	1,456	0,228
		2	1,817	0,283
		5	3,662	0,285

Uji asumsi *white noise* menggunakan statistika uji *Ljung-Box* yang dibandingkan dengan nilai tabel *Chi-square*. Berdasarkan Tabel 4.5 tersebut, diketahui bahwa nilai *Pvalue* pada setiap *lag* yang melebihi nilai α sebesar 5% adalah model ARMAX (1,1,2) pada saham PWON, model ARMAX(1,1,2) dan ARMAX (1,1,2) pada saham SMRA, serta model ARMAX(1,0,2) pada saham CTRA, yang berarti bahwa residual model ARMAX pada saham perusahaan tersebut bersifat *white noise*. Sedangkan residual model ARMAX lainnya tidak memenuhi asumsi *white noise*, hal ini diduga disebabkan oleh adanya heteroskedastisitas

pada varians residual model ARMAX. Selanjutnya dilakukan pengujian asumsi distribusi normal pada residual model ARMAX dengan menggunakan *Pvalue* statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* (KS) yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.7 Uji Asumsi Normal Residual Model ARMAX

Saham	<i>D</i>			<i>Pvalue</i>		
	ARMAX (1,1)	ARMAX (1,0)	ARMAX (0,1)	ARMAX (1,1)	ARMAX (1,0)	ARMAX (0,1)
BSDE	0,426	0,472	0,402	2,20E-16	2,20E-16	2,20E-16
PWON	0,463	0,470	0,470	2,20E-16	2,20E-16	2,20E-16
LPKR	0,466	0,466	0,474	2,20E-16	2,20E-16	2,20E-16
SMRA	0,463	0,284	0,470	2,20E-16	2,20E-16	2,20E-16
CTRA	0,457	0,463	0,467	2,20E-16	2,20E-16	2,20E-16

Pada Tabel 4.7 diperoleh hasil *Pvalue* masing-masing model yang kurang dari tingkat signifikan α (5%). Hal ini menunjukkan bahwa residual model ARMAX tidak memenuhi asumsi berdistribusi normal.

4.2.2.5 Pemilihan Model ARMAX Terbaik

Pemilihan model ARMAX terbaik dengan menggunakan kriteria *Akaike's Information Criterion* (AIC) pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Kriteria Kebaikan Model AIC

Saham	AIC		
	ARMAX(1,1,2)	ARMAX(1,0,2)	ARMAX(0,1,2)
BSDE	72,708	72,774	72,772
PWON	72,775	72,706	72,772
LPKR	72,773	72,772	72,772
SMRA	72,774	72,776	72,772
CTRA	72,776	72,773	72,707

Pemilihan model ARMAX terbaik dapat dengan memilih kriteria kebaikan model AIC yang paling minimum. Pada Tabel 4.8 diketahui bahwa model ARMAX terbaik untuk perusahaan BSDE adalah ARMAX(1,1,2), untuk perusahaan PWON, LPKR dan CTRA adalah ARMAX(1,0,2), sedangkan untuk perusahaan SMRA adalah ARMAX(0,1,2) dimana pada model ini memiliki residual yang belum *white noise* akibat adanya heteroskedastisitas pada varians residualnya. Model ARMAX yang telah terbentuk

ini kemudian dimodelkan bersama dengan GARCHX untuk menangkap volatilitas dari varians residual ARMAX tersebut.

4.2.3 Pemodelan ARMAX-GARCHX

Setelah diperoleh model ARMAX selanjutnya dilakukan pemodelan GARCHX yang digunakan untuk menangkap adanya kasus heteroskedastisitas varians pada residual ARMAX tersebut. Untuk mendeteksi adanya efek ARCH/GARCH atau varians yang heteroskedastisitas maka dapat digunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.9.

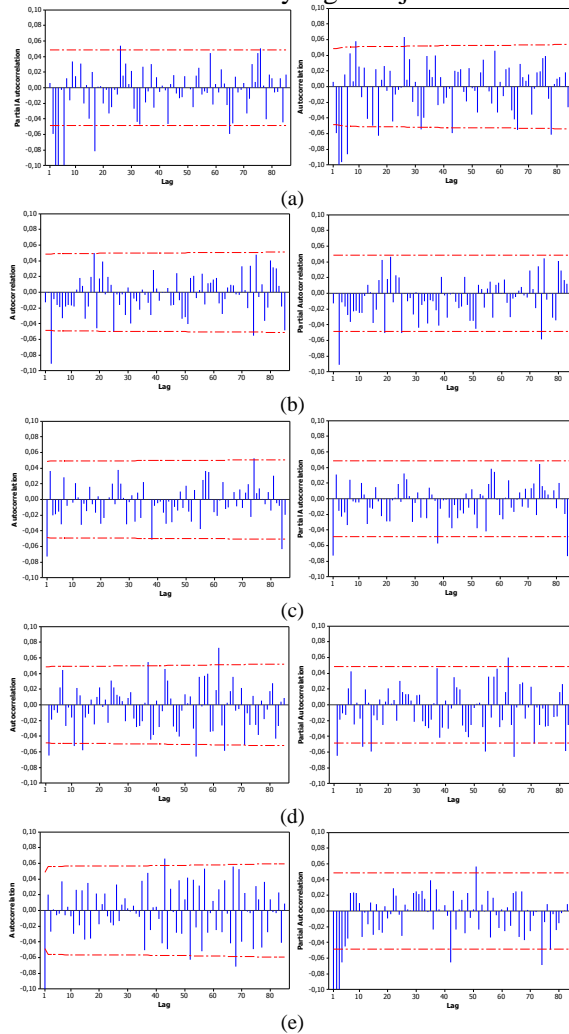
Tabel 4.9 Uji *Lagrange Multiplier* pada Residual Kuadrat Model ARMAX

	BSDE	PWON	LPKR	SMRA	CTRA	
k	ARMAX (1,1,2)	ARMAX (1,0,2)	ARMAX (1,0,2)	ARMAX (0,1,2)	ARMAX (1,0,2)	$\chi^2_{0,05;k}$
1	45,50	17,04	15,25	0,07	38,10	3,84
2	56,52	17,47	19,40	0,98	39,02	5,99
3	88,32	18,51	36,61	1,09	39,04	7,82
4	92,24	18,47	43,99	1,11	39,10	9,49
5	93,16	18,83	44,99	1,12	39,11	11,07
6	93,32	19,14	46,03	1,14	39,11	12,59
7	117,32	21,34	52,12	1,50	39,65	14,07
8	119,51	24,61	52,52	1,50	39,79	15,51
9	119,64	25,33	52,55	1,53	39,77	16,92
10	128,22	25,49	52,60	1,53	39,80	18,31

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas, pada tingkat signifikan $\alpha = 5\%$ terlihat bahwa residual model ARMAX kelima perusahaan memiliki nilai *Chi-square* yang lebih besar dari $\chi^2_{0,05;k}$ yang berarti bahwa *return* perusahaan BSDE, PWON, LPKR, dan CTRA memiliki varians residual yang bersifat heteroskedastisitas yang berarti terdapat efek ARCH-GARCH dalam residual datanya. Sedangkan residual model ARMAX pada perusahaan SMRA memiliki nilai *Chi-square* yang kurang dari $\chi^2_{0,05;k}$ di setiap *lag*-nya. Sehingga varians residual pada model ARMAX perusahaan SMRA tidak memiliki kasus heteroskedastisitas atau tidak terdapat efek ARCH-GARCH. Meskipun demikian, langkah selanjutnya akan tetap dilakukan analisis GARCHX pada kelima perusahaan untuk dapat memodelkan VaR.

4.2.3.1 Identifikasi Model GARCHX

Identifikasi model GARCHX dilihat pada plot ACF dan PACF residual model ARMAX yang tersaji dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat Model ARMAX (a) BSDE, (b) PWON, (c) LPKR, (d) SMRA, dan (e) CTRA

Pada Gambar 4.9 terlihat bahwa pada plot ACF dan PACF kelima perusahaan terdapat *lag-lag* yang signifikan yaitu *lag* ke-1. Sehingga identifikasi model awal *return* saham perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA dan CTRA adalah GARCHX(1,1,2), GARCHX(1,0,2), dan GARCHX(0,1,2).

4.2.3.2 Estimasi dan Pengujian Signifikan Parameter Model GARCHX

Estimasi dan uji signifikansi parameter model awal GARCHX kelima perusahaan dengan variabel eksogennya yaitu IHSG (X_1) dan kurs IDR/USD (X_2) adalah sebagai berikut.

a. Saham Perusahaan BSDE

Dugaan model awal saham BSDE adalah ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,1,2), model ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2), dan model ARMAX(1,1,2)-GARCHX(0,1,2). Tabel 4.10 merupakan estimasi dan uji signifikansi parameter model saham BSDE.

Tabel 4.10 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX BSDE

Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
ARMAX(1,1,2)- GARCHX(1,1,2)	μ	0,001	1,661	0,097
	ϕ_1	0,915	43,074	0,000
	θ_1	-0,950	-51,705	0,000
	ϖ_1	1,453	27,958	0,000
	ϖ_2	-0,345	-3,082	0,002
	ω	4,0E-06	1,724	0,085
	ϕ_1	0,030	5,977	0,000
	β_1	0,962	222,627	0,000
	π_1	2,0E-04	0,483	0,629
	π_2	0,002	1,845	0,065
ARMAX(1,1,2)- GARCHX(1,0,2)	μ	0,068	3550,262	0,000
	ϕ_1	0,367	5967,738	0,000
	θ_1	-0,494	-4063,861	0,000
	ϖ_1	1,081	951,026	0,000
	ϖ_2	1,574	118,721	0,000
	ω	1,0E-04	23,725	0,000
	ϕ_1	1,000	423,753	0,000
	π_1	0,000	0,000	1,000
	π_2	0,481	865,567	0,000

Tabel 10. (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
ARMAX(1,1,2) GARCHX(0,1,2)	μ	0,000	1,046	0,296
	ϕ_1	0,924	95,723	0,000
	θ_1	-0,956	-911,930	0,000
	ϖ_1	1,423	28,901	0,000
	ϖ_2	-0,363	-3,049	0,002
	ω	1,0E-06	256,360	0,000
	β_1	0,996	403190,000	0,000
	π_1	0,001	421,980	0,000
	π_2	1,0E-06	0,200	0,841

Berdasarkan Tabel 4.10 mengenai hasil estimasi model ARMAX-GARCHX pada saham perusahaan BSDE, diketahui bahwa keseluruhan model awal ARMAX-GARCHX memiliki beberapa parameter yang tidak signifikan karena nilai $|t \text{ value}|$ masing-masing parameter kurang dari nilai $|t_{tabel}|$ pada tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ yaitu sebesar 1,96. Parameter yang tidak signifikan pada setiap model dalam perusahaan didominasi pada parameter model ARMAX dan variabel eksogen pada model GARCHX. Sehingga dalam hal ini, dilakukan pemodelan kembali sampai diperoleh nilai parameter yang signifikan. Hasil estimasi model saham perusahaan BSDE ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Pemodelan Kembali *Return* Saham BSDE

Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
GARCHX (0,1,1)	ω	0,000002	957,49	0,00
	β_1	0,996586	6699,19	0,00
	$\pi_1 (X_2)$	0,000169	4,19	$2,80 \times 10^{-5}$

Pada Tabel 4.11 diketahui bahwa parameter model sudah signifikan karena memiliki $|t \text{ value}|$ masing-masing parameter kurang dari nilai $|t_{tabel}|$ sebesar 1,96, sehingga model yang sesuai pada saham BSDE adalah GARCHX(0,1,1) dengan variabel eksogen yaitu kurs IDR/USD. Model *return* saham BSDE yaitu sebagai berikut.

$$\hat{\sigma}_t^2 = 0,000002 + 0,996586\hat{\sigma}_{t-1}^2 + 0,000169X_{2,t}^2.$$

b. Saham Perusahaan PWON

Model sementara saham PWON adalah ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2), model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), dan ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2). Estimasi dan uji signifikansi parameter model saham PWON ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX PWON

Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
ARMAX(1,0,2) GARCHX(1,1,2)	μ	0,001	1,894	0,058
	ϕ_1	-0,004	-0,161	0,872
	ϖ_1	1,037	20,985	0,000
	ϖ_2	-0,494	-3,919	0,000
	ω	8,0E-06	2,063	0,039
	φ_1	0,082	3,527	0,000
	β_1	0,912	34,561	0,000
	π_1	1,0E-04	0,238	0,812
	π_2	0,002	1,511	0,131
	μ	0,062	2001,919	0,000
ARMAX(1,0,2) GARCHX(1,0,2)	ϕ_1	-0,230	-59,659	0,000
	ϖ_1	1,555	60,011	0,000
	ϖ_2	-0,174	-1,280	0,201
	ω	0,002	113,320	0,000
	φ_1	1,000	154,925	0,000
	π_1	0,129	1237,584	0,000
	π_2	0,000	0,000	1,000
	μ	0,001	1,506	0,132
	θ_1	-0,023	-0,951	0,342
	ϖ_1	1,092	21,922	0,000
ARMAX(1,0,2) GARCHX(0,1,2)	ϖ_2	-0,520	-3,983	0,000
	ω	2,0E-06	104,063	0,000
	β_1	0,994	10760,702	0,000
	π_1	0,000	0,000	1,000
	π_2	0,003	11,947	0,000
	μ	0,001	1,506	0,132

Hasil estimasi pada ketiga model awal ARMAX-GARCHX saham perusahaan PWON memiliki nilai $|t \text{ value}|$ yang kurang dari nilai $|t_{tabel}|$ sebesar 1,96 pada beberapa parameter dalam model, sehingga model ARMAX-GARCHX tersebut belum sesuai karena masih ada parameter yang tidak signifikan. Oleh

karena itu, dilakukan pemodelan kembali sampai diperoleh nilai parameter yang signifikan seperti pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Pemodelan Kembali *Return* Saham PWON

Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
GARCHX (0,1,1)	ω	0,000002	9,87	0,00
	β_1	0,995397	39434,01	0,00
	$\pi_1 (X_2)$	0,004580	414,13	0,00

Berdasarkan Tabel 4.13, masing-masing parameter model memiliki $|t \text{ value}|$ yang kurang dari nilai $|t_{tabel}|$ sebesar 1,96 yang berarti parameter model sudah signifikan. Model yang sudah sesuai untuk perusahaan PWON adalah GARCHX(1,0,1) dengan variabel eksogennya yaitu kurs IDR/USD. Model *return* saham PWON yaitu sebagai berikut.

$$\hat{\sigma}_t^2 = 0,000002 + 0,995397\hat{\sigma}_{t-1}^2 + 0,00458X_{2,t}^2.$$

c. Saham Perusahaan LPKR

Dugaan model awal saham LPKR adalah ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), dan model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2). Tabel 4.14 merupakan estimasi dan uji signifikansi parameter model saham LPKR.

Tabel 4.14 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX LPKR

Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
ARMAX(1,0,2) GARCHX(1,1,2)	μ	4,0E-04	0,781	0,435
	ϕ_1	0,091	3,357	0,001
	ϖ_1	1,024	20,865	0,000
	ϖ_2	-0,369	-3,281	0,001
	ω	2,0E-05	1,925	0,054
	ϕ_1	0,051	2,978	0,003
	β_1	0,910	25,947	0,000
	π_1	0,000	0,000	1,000
	π_2	0,000	0,000	1,000
	μ	0,045	5346,232	0,000
ARMAX(1,0,2) GARCHX(1,0,2)	ϕ_1	0,094	2081,514	0,000
	ϖ_1	1,016	4572,712	0,000
	ϖ_2	-0,330	-3339,470	0,000

Tabel 4.14 (Lanjutan)

Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
ARMAX(1,0,2)	ω	0,000	0,122	0,903
GARCHX(1,0,2)	φ_1	1,000	3320,097	0,000
	π_1	0,000	0,000	1,000
	π_2	6,0E-05	2441,639	0,000
	μ	2,0E-04	0,334	0,738
ARMAX(1,0,2)	θ_1	0,098	3,904	0,000
	ϖ_1	1,029	20,422	0,000
	ϖ_2	-0,324	-2,551	0,011
	ω	2,0E-06	1869,389	0,000
GARCHX(0,1,2)	β_1	0,995	930,053	0,000
	π_1	4,0E-04	0,583	0,560
	π_2	0,000	0,000	1,000

Berdasarkan Tabel 4.14 mengenai hasil estimasi model ARMAX-GARCHX pada saham perusahaan LPKR, diketahui bahwa keseluruhan model awal ARMAX-GARCHX memiliki beberapa parameter yang tidak signifikan karena nilai $|t \text{ value}|$ yang kurang dari nilai $|t_{tabel}|$ sebesar 1,96. Sehingga dilakukan pemodelan kembali sampai diperoleh nilai parameter model yang signifikan, pemodelan saham LPKR tertera pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Pemodelan Kembali *Return* Saham LPKR

Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
ARMAX (1,0,2)	ϕ_1	0,095401	3,70	0,0002
	$\varpi_1 (X_1)$	1,016844	21,58	0,0000
	$\varpi_2 (X_2)$	-0,36511	-3,31	0,0009
	ω	0,000002	2,22	0,0266
GARCHX (1,1,1)	φ_1	0,019499	308,19	0,0000
	β_1	0,976336	788,97	0,0000
	$\pi_1 (X_1)$	0,000553	2,05	0,0407

Pada Tabel 4.15, model yang sesuai pada *return* saham LPKR adalah ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,1) karena parameter model yang diperoleh sudah signifikan, dimana variabel eksogen yang signifikan pada model ARMAX yaitu IHSG dan kurs IDR/USD sedangkan pada model GARCHX yaitu IHSG. Model *return* saham LPKR adalah sebagai berikut.

$$\text{ARMAX}(1,0,2): \hat{R}_t = 0,095401R_{t-1} + 1,01684X_{1,t} - 0,3651X_{2,t}$$

GARCHX(1,1,1) :

$$\hat{\sigma}_t^2 = 0,000002 + 0,01949a_{t-1} + 0,976336\hat{\sigma}_{t-1}^2 + 0,000553X_{1,t}^2 .$$

d. Saham Perusahaan SMRA

Dugaan model *return* SMRA yaitu model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(0,1,2). Estimasi dan uji signifikansi parameter model saham SMRA ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX SMRA

Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
ARMAX(0,1,2) GARCHX(1,1,2)	μ	0,001	2,135	0,033
	ϕ_1	0,048	1,736	0,083
	ϖ_1	1,271	20,081	0,000
	ϖ_2	-0,329	-2,429	0,015
	ω	1,0E-05	2,300	0,021
	ϕ_1	0,097	12,893	0,000
	β_1	0,900	74,407	0,000
	π_1	2,0E-04	0,321	0,748
	π_2	0,004	1,720	0,085
ARMAX(0,1,2) GARCHX(1,0,2)	μ	0,102	4017,099	0,000
	ϕ_1	-0,002	-4650,488	0,000
	ϖ_1	1,281	4499,122	0,000
	ϖ_2	-0,354	-4625,617	0,000
	ω	7,0E-06	24,067	0,000
	ϕ_1	1,000	4648,553	0,000
	π_1	0,001	4622,490	0,000
	π_2	0,003	4597,759	0,000
ARMAX(0,1,2) GARCHX(0,1,2)	μ	0,001	0,936	0,349
	θ_1	-0,005	-0,182	0,855
	ϖ_1	1,263	20,430	0,000
	ϖ_2	-0,347	-2,253	0,024
	ω	3,0E-06	830,009	0,000
	β_1	0,996	6151,293	0,000
	π_1	0,000	0,000	1,000
	π_2	0,001	1,928	0,054

Berdasarkan Tabel 4.16, diketahui bahwa hasil estimasi model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(0,1,2) pada saham perusahaan SMRA memiliki beberapa parameter yang tidak signifikan karena nilai $|t \text{ value}|$ masing-masing parameter kurang dari nilai $|t_{tabel}|$ pada tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ yaitu sebesar 1,96. Parameter yang tidak signifikan adalah parameter model ARMAX dan variabel eksogen pada model GARCHX. Meskipun pada model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,0,2) menghasilkan parameter yang sudah signifikan, namun residual model yang diperoleh tidak memenuhi asumsi *white noise*. Sehingga dalam hal ini, dilakukan pemodelan kembali sampai diperoleh nilai parameter yang signifikan dan residualnya memenuhi asumsi *white noise*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.17. Diketahui bahwa pada model yang telah terbentuk memiliki keseluruhan parameter yang sudah signifikan karena nilai $|t \text{ value}|$ setiap parameternya melebihi nilai $|t_{tabel}|$ sebesar 1,96.

Tabel 4.17 Pemodelan Kembali *Return* Saham SMRA

Model	Parameter	Estimasi	$t \text{ value}$	$P \text{ value}$
GARCHX (0,1,1)	ω	0,000009	756,30	0,00
	β_1	0,988899	2874,40	0,00
	$\pi_1 (X_2)$	0,007913	128,50	0,00

Berdasarkan Tabel 4.17, maka dapat diperoleh model *return* saham perusahaan SMRA adalah GARCHX(0,1,1) dimana kurs IDR/USD sebagai variabel eksogennya, dengan persamaan yaitu sebagai berikut.

$$\hat{\sigma}_t^2 = 0,000009 + 0,988899\hat{\sigma}_{t-1}^2 + 0,007913X_{2,t}^2$$

e. Saham Perusahaan CTRA

Dugaan awal model saham CTRA adalah ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2), model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), dan model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2). Tabel 4.18 merupakan estimasi dan uji signifikansi parameter model saham CTRA.

Tabel 4.18 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX CTRA

Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
ARMAX(1,0,2) GARCHX(1,1,2)	μ	4,0E-04	0,668	0,504
	ϕ_1	-0,090	-2,959	0,003
	ϖ_1	1,311	18,697	0,000
	ϖ_2	-0,223	-1,428	0,153
	ω	3,0E-05	3,338	0,001
	φ_1	0,110	5,180	0,000
	β_1	0,878	45,658	0,000
	π_1	0,003	2,625	0,009
	π_2	0,000	0,000	1,000
ARMAX(1,0,2) GARCHX(1,0,2)	μ	0,072	9843,627	0,000
	ϕ_1	-0,047	-878,786	0,000
	ϖ_1	1,421	1096,646	0,000
	ϖ_2	-0,182	-887,651	0,000
	ω	0,000	0,641	0,522
	φ_1	1,000	629,403	0,000
	π_1	1,0E-04	893,074	0,000
	π_2	2,0E-04	604,960	0,000
ARMAX(1,0,2) GARCHX(0,1,2)	μ	0,001	0,944	0,345
	θ_1	-0,040	-1,598	0,110
	ϖ_1	1,424	21,279	0,000
	ϖ_2	-0,190	-1,135	0,257
	ω	4,0E-06	46858,691	0,000
	β_1	0,995	6285,844	0,000
	π_1	4,0E-05	0,822	0,411
	π_2	0,000	0,000	1,000

Tabel 4.18 merupakan hasil estimasi model ARMAX-GARCHX pada saham perusahaan CTRA, diketahui bahwa keseluruhan model awal ARMAX-GARCHX memiliki beberapa parameter yang tidak signifikan karena nilai $|t \text{ value}|$ masing-masing parameter kurang dari nilai $|t_{tabel}|$ sebesar 1,96. Parameter yang tidak signifikan pada setiap model dalam perusahaan didominasi pada parameter model ARMAX dan variabel eksogen pada model ARMAX dan GARCHX. Sehingga dalam hal ini, dilakukan pemodelan kembali sampai diperoleh nilai parameter yang signifikan. Tabel 4.19 merupakan model dari *return* saham CTRA yang baru.

Tabel 4.19 Pemodelan Kembali *Return* Saham CTRA

Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
	μ	0,085211	4948,05	0,00
ARMAX	ϕ_1	-0,028090	-4978,57	0,00
(1,0,1)	$\varpi_1 (X_2)$	-1,204090	-4977,04	0,00
GARCHX	ω	0,000002	9,00	0,00
(1,0,2)	φ_1	1,000000	5235,41	0,00
	$\pi_1 (X_1)$	0,000162	2938,96	0,00
	$\pi_2 (X_2)$	0,000967	2929,21	0,00

Berdasarkan Tabel 4.19 diketahui bahwa pada model ARMAX(1,0,1)-GARCHX(1,0,2) dimana variabel eksogen yang signifikan pada model ARMAX yaitu kurs IDR/USD sedangkan pada model GARCHX yaitu IHSG dan kurs IDR/USD, memiliki keseuluruhan parameter sudah signifikan. Akan tetapi ketika model tersebut dimodelkan pada *window* 375 dan 500, model pada interval tertentu di kedua *window* tidak terbentuk atau tidak konvergen. Oleh karena itu dilakukan pemodelan ulang, dimana pada pemodelan ulang ini didapatkan dari hasil pemodelan tiap *window* dengan 3 kali percobaan. Sesuai prinsip *Parcimony*, pemodelan tiap *window* tersebut dapat mewakili *window* lainnya. Dalam hal ini akan ditampilkan hasil estimasi parameter model GARCHX *return* saham CTRA pada *window* sebesar 250 yang tertera pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Pemodelan Kembali *Return* Saham CTRA di *Window* 250

Interval	Model	Parameter	Estimasi	<i>t value</i>	<i>Pvalue</i>
1		ω	0,000011	12,60	0,00
sampai	GARCHX	β_1	1,000000	6693,56	0,00
250	(0,1,1)	$\pi_1 (X_2)$	0,077516	1273,85	0,00
2		ω	0,000009	39,99	0,00
sampai	GARCHX	β_1	1,000000	2525,63	0,00
251	(0,1,1)	$\pi_1 (X_2)$	0,067849	439,39	0,00
3		ω	0,000009	57,01	0,00
sampai	GARCHX	β_1	1,000000	2661,24	0,00
252	(0,1,1)	$\pi_1 (X_2)$	0,092593	706,70	0,00

Setelah dilakukan pemodelan ulang pada *window* sebesar 250 dengan 3 kali perulangan, diperoleh model dengan parameter yang selalu signifikan pada 3 perulangan tersebut yaitu model GARCHX(0,1,1) dimana variabel eksogennya yaitu kurs

IDR/USD. Berikut merupakan model *return* saham CTRA pada ketiga perulangan.

$$\text{Model 1 : } \hat{\sigma}_t^2 = 0,000011 + \hat{\sigma}_{t-1}^2 + 0,0775X_{2,t}^2$$

$$\text{Model 2 : } \hat{\sigma}_t^2 = 0,000009 + \hat{\sigma}_{t-1}^2 + 0,0678X_{2,t}^2$$

$$\text{Model 3 : } \hat{\sigma}_t^2 = 0,000009 + \hat{\sigma}_{t-1}^2 + 0,0926X_{2,t}^2$$

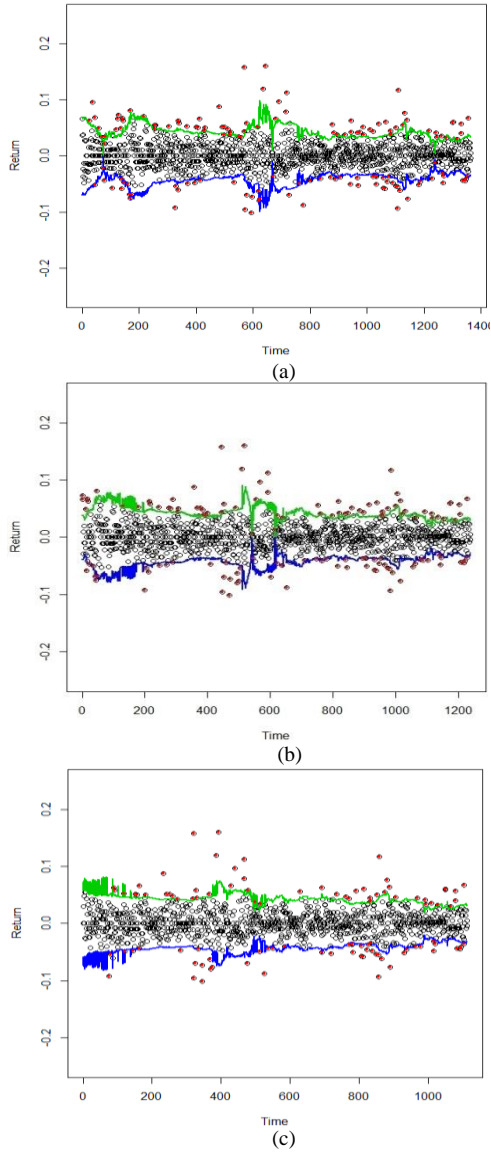
Model yang telah diperoleh pada kelima perusahaan kemudian digunakan untuk menghitung estimasi VaR di setiap *window*.

4.3 Perhitungan *Value-at-Risk* dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Estimasi risiko *return* saham perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA menggunakan pendekatan ARMAX-GARCHX dimana parameter *mean* dalam model VaR didekati dengan model ARMAX sedangkan untuk parameter variansnya didekati dengan model GARCHX. Perhitungan VaR dilakukan pada setiap *window* dengan jumlah *window* yaitu 250 hari, 375 hari, dan 500 hari transaksi, serta digunakan kuantil sebesar 5%. Perhitungan nilai VaR kelima perusahaan adalah sebagai berikut.

4.3.1 Perusahaan BSDE

Perhitungan estimasi VaR *return* saham perusahaan BSDE di setiap *window* dengan jumlah *window* sebesar 250 hari, 375 hari, dan 500 hari transaksi pada kuantil sebesar 5% tertera pada Gambar 4.10. Perhitungan risiko saham perusahaan BSDE ditunjukkan dengan warna biru yang berada di bawah angka nol sedangkan profit ditunjukkan dengan warna hijau yang berada di atas angka nol. Gambar 4.10 (a) menunjukkan jumlah *window* 250 hari, (b) 375 hari, dan (c) 500 hari. Terlihat bahwa nilai VaR pada *window* sebesar 500 hari dengan kuantil 5% cenderung memiliki pola yang stabil dibandingkan *window* 250 hari dan 375 hari.



Gambar 4.10 Risiko (Biru) dan Profit (Hijau) BSDE (a) 250 hari, (b)375 hari, dan (c)500 hari

Estimasi nilai risiko dan profit saham perusahaan BSDE dengan menggunakan perhitungan VaR dengan jumlah *window* sebesar 250 hari, 375 hari, dan 500 hari transaksi pada kuantil sebesar 5% dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR Perusahaan BSDE

<i>Window</i> (hari)	Ukuran	Risiko	Profit
250	<i>Mean</i>	-0,04330	0,04330
	<i>Variance</i>	0,00016	0,00016
375	<i>Mean</i>	-0,04322	0,04322
	<i>Variance</i>	0,00014	0,00014
500	<i>Mean</i>	-0,04358	0,04358
	<i>Variance</i>	0,00010	0,00010

Kerugian maksimum dapat dihitung dengan mengkalikan jumlah investasi dengan tingkat risiko, begitu pula dengan tingkat keuntungan yang merupakan perkalian antara jumlah investasi dengan tingkat profit. Berdasarkan Tabel 4.12 di atas, diketahui bahwa pada *window* 250 hari, pada tingkat keyakinan 95% seorang investor yang menanamkan modalnya ke perusahaan BSDE sebesar Rp 1.000.000.000,- maka akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 43.300.000,- atau peluang seorang investor yang berinvestasi ke perusahaan BSDE sebesar Rp 1 Milyar akan mengalami kerugian minimum sebesar Rp 43.300.000,- adalah sebesar 5%. Begitu pula dengan tingkat keuntungan yang berbanding lurus dengan tingkat risiko yaitu terdapat kemungkinan sebesar 95% bahwa seorang investor yang berinvestasi ke perusahaan BSDE sebesar Rp 1 Milyar akan mendapatkan keuntungan sebesar Rp 43.300.000,-. Pada *window* 375 hari, terdapat kemungkinan 95% seorang investor yang menanamkan modalnya ke perusahaan BSDE sebesar Rp 1 Milyar akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 43.220.000,-, dan dengan kepercayaan 95% seorang investor yang berinvestasi ke perusahaan BSDE sebesar Rp 1 Milyar akan mendapatkan keuntungan sebesar Rp 43.220.000,-. Pada *window* 500 hari, terdapat kemungkinan 95% seorang investor yang menanamkan modalnya ke perusahaan BSDE sebesar Rp 1 Milyar maka akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp

43.580.000,- , dan dengan tingkat kepercayaan 95% seorang investor yang berinvestasi ke perusahaan BSDE sebesar Rp 1 Milyar akan mendapatkan keuntungan sebesar Rp 43.580.000,-. Berdasarkan perhitungan estimasi VaR *return* BSDE tersebut, diketahui bahwa dengan menggunakan *window* sebesar 500 hari transaksi dapat memberikan keuntungan dan kerugian maksimum yang terbesar.

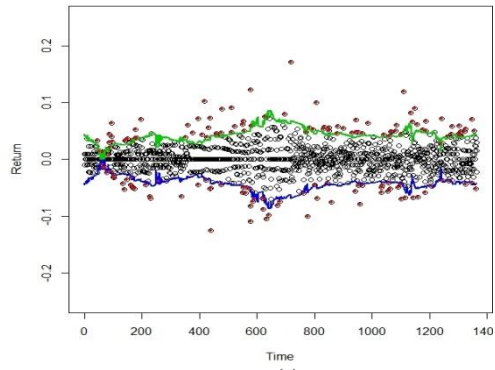
4.3.2 Perusahaan PWON

Estimasi risiko dan profit *return* saham perusahaan PWON di setiap *window* dengan jumlah *window* sebesar 250 hari, 375 hari, dan 500 hari transaksi pada kuantil sebesar 5% tertera pada Gambar 4.11. Terlihat bahwa estimasi nilai VaR *return* saham PWON pada *window* sebesar 250 hari (1 tahun transaksi), 375 hari (1,5 tahun transaksi), dan 500 hari (2 tahun transaksi) dengan menggunakan kuantil 5% cenderung memiliki pola yang hampir sama. Semakin besar jumlah *window* yang digunakan semakin besar pula estimasi VaR *return* saham PWON. Hasil Estimasi nilai risiko dan profit pada *return* saham PWON dengan menggunakan perhitungan VaR dapat dilihat pada Tabel 4.22.

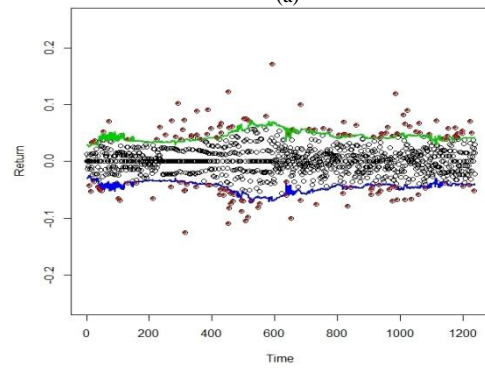
Tabel 4.22 Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR Perusahaan PWON

<i>Window</i> (hari)	Ukuran	Risiko	Profit
250	<i>Mean</i>	-0,04297	0,04297
	<i>Variance</i>	0,00017	0,00017
375	<i>Mean</i>	-0,04470	0,04470
	<i>Variance</i>	0,00008	0,00008
500	<i>Mean</i>	-0,04648	0,04648
	<i>Variance</i>	0,00006	0,00006

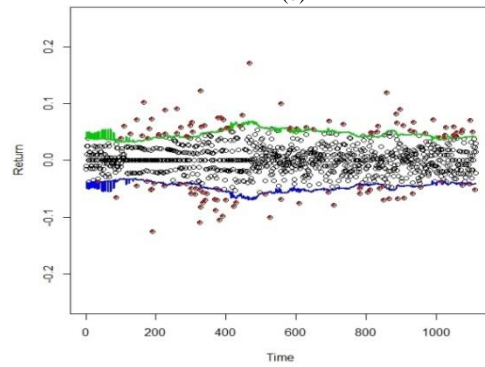
Diketahui bahwa perhitungan VaR menggunakan *window* 500 hari transaksi (2 tahun) dapat memberikan keuntungan dan kerugian maksimum yang terbesar dari perhitungan menggunakan *window* 250 dan 375 hari, yaitu terdapat kemungkinan sebesar 95% seorang investor yang menginvestasikan uangnya sebesar Rp 1 Milyar ke perusahaan PWON mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 46.480.000,-. Kemungkinan sebesar 95% seorang investor yang berinvestasi ke perusahaan PWON sebesar Rp 1 Milyar akan mendapatkan keuntungan sebesar Rp Rp 46.40.000,-.



(a)



(b)

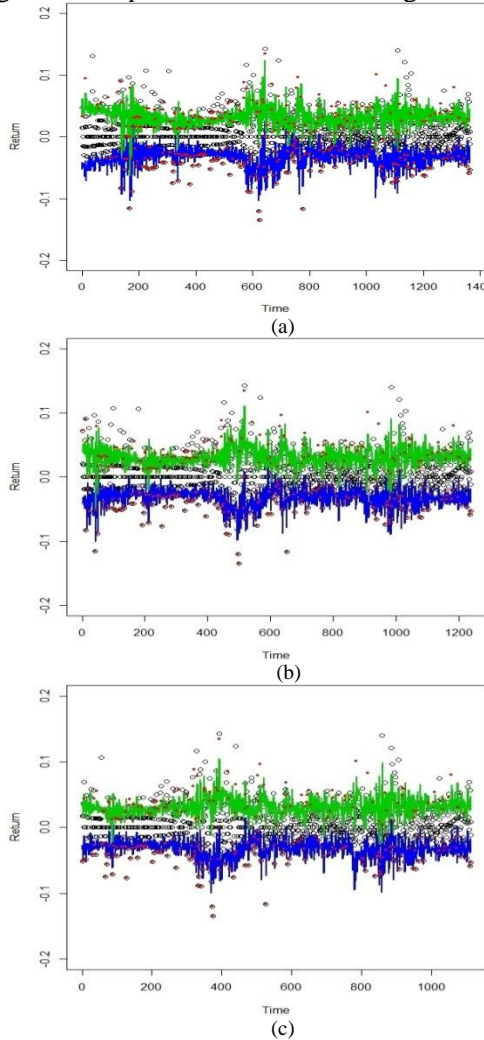


(c)

Gambar 4.11 Risiko (Biru) dan Profit (Hijau) PWON (a) 250 hari, (b)375 hari, dan (c)500 hari

4.3.3 Perusahaan LPKR

Perhitungan nilai VaR *return* saham LPKR pada setiap *window* dengan tertera pada Gambar 4.12 sebagai berikut.



Gambar 4.12 Risiko (Biru) dan Profit (Hijau) LPKR (a) 250 hari, (b)375 hari, dan (c)500 hari

Berdasarkan Gambar 4.12, nampak bahwa nilai VaR perusahaan LPKR pada setiap *window* dengan kuantil 5% cenderung memiliki pola yang hampir sama dan terdapat nilai *return* yang melewati nilai VaR. Estimasi nilai risiko dan profit saham perusahaan LPKR dapat dilihat pada Tabel 4.23.

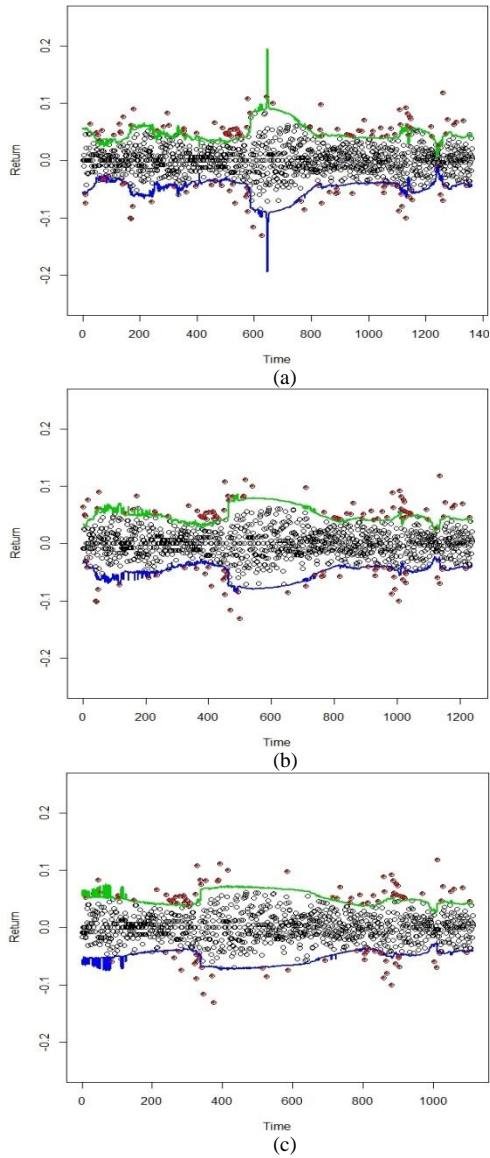
Tabel 4.23 Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR Perusahaan LPKR

<i>Window</i> (hari)	Ukuran	Risiko	Profit
250	<i>Mean</i>	-0,03241	0,03264
	<i>Variance</i>	0,00025	0,00024
375	<i>Mean</i>	-0,03176	0,03190
	<i>Variance</i>	0,00022	0,00022
500	<i>Mean</i>	-0,03195	0,03220
	<i>Variance</i>	0,00022	0,00021

Pada Tabel 4.13 diatas, menunjukkan bahwa perhitungan estimasi nilai VaR pada *window* sebesar 250 hari memberikan keuntungan dan kerugian maksimum yang paling besar. Pada perhitungan estimasi nilai VaR pada *window* sebesar 250 hari, diketahui bahwa terdapat kemungkinan 95% seorang investor yang menanamkan modalnya ke perusahaan LPKR sebesar Rp 1 Milyar maka akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 32.410.000,-. Sedangkan untuk tingkat keuntungannya, terdapat kemungkinan sebesar 95% bahwa seorang investor yang berinvestasi ke perusahaan LPKR sebesar Rp 1 Milyar akan mendapatkan keuntungan sebesar Rp 32.640.000,-.

4.3.4 Perusahaan SMRA

Estimasi nilai VaR *return* saham perusahaan LPKR di setiap *window* dengan jumlah *window* sebesar 250 hari, 375 hari, dan 500 hari transaksi pada kuantil sebesar 5% tertera pada Gambar 4.13. Pada Gambar 4.13, ditunjukkan bahwa estimasi nilai VaR *return* saham perusahaan SMRA pada *window* 375 dan 500 dengan kuantil 5% cenderung memiliki pola yang hampir sama dan lebih stabil dibandingkan nilai VaR pada *window* 250.



Gambar 4.13 Risiko (Biru) dan Profit (Hijau) SMRA (a) 250 hari, (b)375 hari, dan (c)500 hari

Hasil estimasi nilai risiko dan profit saham perusahaan SMRA dapat dilihat pada Tabel 4.24.

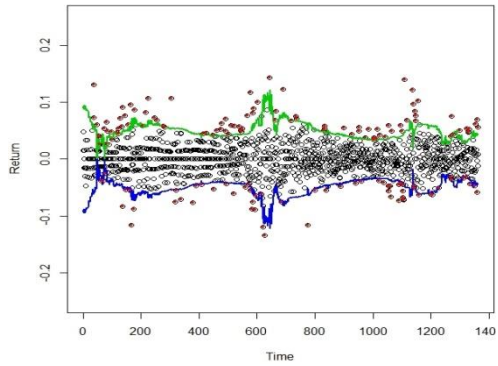
Tabel 4.24 Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR Perusahaan SMRA

<i>Window</i> (hari)	Ukuran	Risiko	Profit
250	<i>Mean</i>	-0,04880	0,04880
	<i>Variance</i>	0,00029	0,00029
375	<i>Mean</i>	-0,05080	0,05080
	<i>Variance</i>	0,00020	0,00020
500	<i>Mean</i>	-0,05210	0,05210
	<i>Variance</i>	0,00014	0,00014

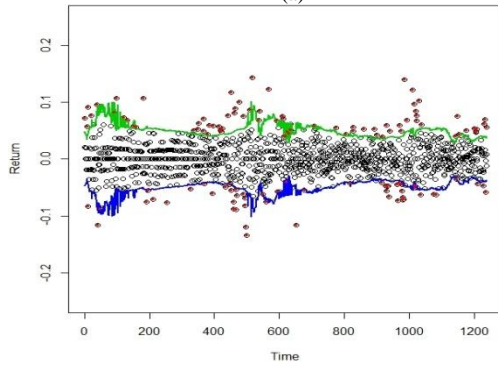
Diketahui bahwa perhitungan estimasi nilai VaR di *window* 500 cenderung memberikan keuntungan dan kerugian maksimum yang paling besar. Pada *window* ini, terdapat kemungkinan sebesar 95% seorang investor akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 52.100.000,- apabila investor tersebut menginvestasikan uangnya sebesar Rp 1 Milyar ke perusahaan SMRA. Kemungkinan sebesar 95% seorang investor yang berinvestasi ke perusahaan SMRA sebesar Rp 1 Milyar akan mendapatkan keuntungan sebesar Rp 52.100.000,-.

4.3.5 Perusahaan CTRA

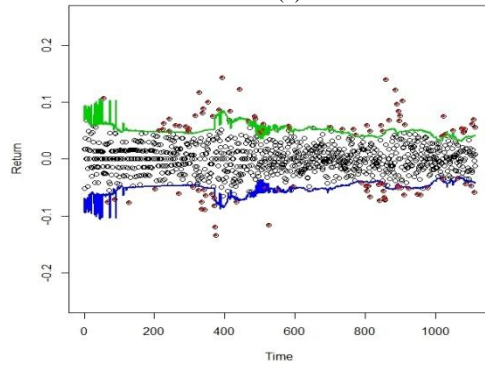
Perhitungan nilai VaR *return* saham perusahaan LPKR di setiap *window* dengan jumlah *window* sebesar 250 hari, 375 hari, dan 500 hari transaksi pada kuantil sebesar 5% tertera pada Gambar 4.14. Berdasarkan Gambar 4.14, nampak bahwa nilai VaR perusahaan CTRA pada setiap *window* dengan kuantil 5% cenderung memiliki pola yang sama. Terlihat bahwa titik-titik nilai estimasi VaR yang berada diluar batas VaR semakin sedikit ketika jumlah *window* yang digunakan semakin besar.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.14 Risiko (Biru) dan Profit (Hijau) CTRA (a) 250 hari, (b)375 hari, dan (c)500 hari

Hasil estimasi nilai risiko dan profit dengan menggunakan VaR pada saham perusahaan CTRA tertera dalam Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR Perusahaan CTRA

<i>Window</i> (hari)	Ukuran	Risiko	Profit
250	<i>Mean</i>	-0,05045	0,05045
	<i>Variance</i>	0,00023	0,00023
375	<i>Mean</i>	-0,05074	0,05074
	<i>Variance</i>	0,00015	0,00015
500	<i>Mean</i>	-0,05160	0,05160
	<i>Variance</i>	0,00014	0,00014

Pada Tabel 4.25 menunjukkan bahwa perhitungan nilai VaR di *window* 375 memberikan kerugian maksimum yang paling besar. Terdapat kemungkinan 95% seorang investor yang menanamkan modalnya ke perusahaan CTRA sebesar Rp 1 Milyar maka akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 51.600.000,-. Sedangkan untuk tingkat keuntungan, terdapat kemungkinan sebesar 95% bahwa seorang investor yang berinvestasi ke perusahaan CTRA sebesar Rp 1 Milyar akan mendapatkan keuntungan sebesar Rp 51.600.000,-.

Perhitungan estimasi nilai VaR pada kuantil 5% di kelima perusahaan tersebut, diperoleh tingkat risiko dan profit masing-masing perusahaan yang berbeda. Terlihat bahwa semakin besar jumlah *window* yang digunakan, menghasilkan nilai VaR yang semakin besar pula. Pada jumlah *window* secara keseluruhan, diketahui bahwa saham perusahaan SMRA memiliki estimasi nilai VaR tertinggi yang berarti bahwa perusahaan tersebut memiliki tingkat kerugian dan keuntungan yang tertinggi.

Berdasarkan perbedaan tingkat risiko masing-masing perusahaan ini, maka seorang investor dapat memilih perusahaan mana yang memberikan keuntungan maksimum bagi investor tersebut. Hubungan *return* saham dan tingkat risiko saham adalah berbanding lurus, semakin tinggi risiko suatu saham maka *return* saham yang diterima juga semakin tinggi, begitu pula sebaliknya. Pengambilan keputusan dalam menentukan investasi biasanya

tergantung pada investor tersebut. Tidak semua investor yang cenderung memilih saham dengan risiko yang tinggi untuk memperoleh keuntungan yang maksimum. Namun ada juga investor yang lebih memilih saham dengan risiko rendah.

Tabel 4.26 Hasil Estimasi Risiko dan Profit dengan VaR

Saham	Window	Risiko		Profit		[Selisih]	
		Loss	Expected Shortfall	Loss	Expected Shortfall	Risiko	Profit
BSDE	250	63	4,62%	79	5,80%	0,38%	0,80%
	375	61	4,92%	71	5,73%	0,08%	0,73%
	500	49	4,40%	53	4,76%	0,60%	0,24%
PWON	250	73	5,35%	107	7,84%	0,35%	2,84%
	375	68	5,48%	81	6,54%	0,48%	1,54%
	500	54	4,85%	68	4,65%	0,15%	0,35%
LPKR	250	119	8,72%	151	11,1%	3,72%	6,10%
	375	109	8,80%	134	10,82%	3,80%	5,82%
	500	92	8,25%	111	9,96%	3,25%	4,96%
SMRA	250	69	5,06%	77	5,64%	0,06%	0,64%
	375	63	5,08%	75	6,05%	0,08%	1,05%
	500	51	4,58%	62	5,57%	0,42%	0,57%
CTRA	250	62	4,54%	95	6,97%	0,46%	1,97%
	375	53	4,28%	76	6,13%	0,72%	1,13%
	500	49	4,40%	59	5,30%	0,60%	0,30%

Berdasarkan hasil estimasi VaR pada kelima perusahaan, maka untuk mengetahui akurasi VaR yang telah diperoleh dapat diketahui dengan *backtesting* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.26. Diketahui bahwa nilai hasil estimasi risiko dan profit hampir sama, hal ini dikarenakan kondisi VaR yang bersifat simetri. Perbandingan hasil estimasi VaR saham perusahaan BSDE, PWON, SMRA, dan CTRA tidak berbeda jauh. Estimasi risiko dan profit pada perusahaan LPKR memiliki selisih yang cukup jauh dari kuantil 5%, hal ini mengindikasikan estimasi VaR pada perusahaan tersebut cenderung *under-estimate*. Berbeda halnya dengan perusahaan BSDE, PWON, SMRA, dan CTRA yang memiliki selisih terhadap nilai kuantil 5% yang tidak terlalu jauh, yang berarti estimasi VaR pada keempat perusahaan memberikan hasil yang cukup akurat. Diketahui pula bahwa perhitungan risiko dan profit dengan menggunakan *window* sebesar 500 cenderung

menghasilkan nilai *loss* dan *expected shortfall* yang lebih kecil dibanding menggunakan *window* sebesar 250 dan 375, sehingga perhitungan VaR dengan menggunakan *window* sebesar 500 memberikan hasil yang lebih akurat.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dibahas pada Bab IV, maka dapat ditarik kesimpulan-kesimpulan sebagai berikut.

1. Pergerakan harga saham perusahaan PWON memiliki pola yang lebih stabil dibanding perusahaan lainnya. Nilai *return* saham yang tertinggi dan terendah adalah saham perusahaan CTRA, yang berarti tingkat kerugian dan keuntungan maksimum perusahaan CTRA lebih tinggi dari perusahaan yang lainnya. *Return* saham kelima perusahaan cenderung negatif pada hari Senin yang menunjukkan terjadinya fenomena *Monday Effect*. BSDE dan SMRA cenderung mengalami keuntungan di bulan Oktober, CTRA di bulan Januari, sedangkan PWON dan LPKR stabil tiap bulannya. Pola pergerakan kurs IDR/USD dan IHSG selalu mengalami kenaikan tiap tahunnya.
2. Pada analisis CAPM, terbukti bahwa IHSG berpengaruh signifikan terhadap kelima saham. Dalam estimasi VaR, model yang sesuai untuk BSDE adalah GARCHX(0,1,1) dengan variabel eksogen yaitu kurs IDR/USD. Model pada *return* PWON adalah GARCHX(1,0,1) dimana variabel eksogennya yaitu kurs IDR/USD. Model *return* LPKR yaitu ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,1) dengan variabel eksogen yang signifikan pada model ARMAX yaitu IHSG dan kurs IDR/USD sedangkan pada model GARCHX yaitu IHSG. Model *return* saham SMRA yaitu GARCHX(0,1,1) dimana kurs IDR/USD sebagai variabel eksogennya. Model pada *return* saham CTRA yaitu GARCHX(0,1,1) dengan variabel eksogennya yaitu kurs IDR/USD. Perhitungan nilai VaR dengan kuantil 5% berdasarkan *window* yang menghasilkan estimasi nilai VaR terbesar, diketahui bahwa perusahaan LPKR memiliki tingkat risiko *return* saham yang lebih

rendah dibandingkan tingkat risiko di perusahaan lainnya. Apabila seseorang berinvestasi di perusahaan BSDE sebesar Rp 1 Miliar maka terdapat kemungkinan 95% investor tersebut mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 43.580.000,-. Pada perusahaan PWON, terdapat kemungkinan sebesar 95% seorang investor yang menginvestasikan uangnya sebesar Rp 1 Miliar akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 46.480.000,-. Adanya kemungkinan 95% seorang investor yang menanamkan modalnya ke perusahaan LPKR sebesar Rp 1 Miliar maka akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 32.410.000,-. Pada perusahaan SMRA, apabila seorang investor yang menginvestasikan uangnya sebesar Rp 1 Miliar ke perusahaan SMRA maka ada kemungkinan sebesar 95% investor tersebut akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 52.100.000,-. Sedangkan untuk perusahaan CTRA, apabila seorang investor yang menanamkan modalnya sebesar Rp 1 Miliar maka kemungkinan 95% akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp 51.600.000,-. Diketahui pula bahwa perusahaan yang memberikan tingkat kerugian tertinggi dan terendah pada *window* 250 adalah perusahaan CTRA dan LPKR, sedangkan tingkat kerugian tertinggi dan terendah pada *window* 375 dan 500 adalah perusahaan SMRA dan LPKR. Estimasi nilai VaR perusahaan LPKR cenderung *under-estimate*, dan dengan menggunakan *window* sebesar 500 memberikan hasil estimasi VaR yang lebih akurat.

5.2 Saran

Estimasi VaR dengan menggunakan pendekatan GARCHX menghasilkan nilai VaR yang lebih akurat daripada menggunakan ARMAX-GARCHX, hal ini dikarenakan model ARMAX bersifat *redundant* atau berlebihan dalam estimasi VaR tersebut. Sehingga pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan metode GARCHX dengan mengasumsikan parameter *mean* dalam VaR bernilai nol. Metode GARCH lainnya yang bersifat

nonlinier seperti *Exponential Generalized Autoregressive Heteroscedasticity* (EGARCH) juga disarankan untuk penelitian selanjutnya. Metode *Conditional Value-at-Risk* (CVaR) dapat digunakan pada penelitian selanjutnya untuk mengakomodasi dependensi saham antar perusahaan. Sedangkan metode *backtesting* lainnya yang juga disarankan pada penelitian selanjutnya yaitu seperti metode *backtesting* dengan *Kupic*, *Quantile Regression*, dan *Duration Model*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, C. (2008). *Market Risk Analysis Volume IV Value-at-Risk Models*. England: John Wiley and Sons.
- Azis, M., Mintarti, S., & Nadir, M. (2015). *Manajemen Investasi Fundamental, Teknikal, Perilaku Investor dan Return Saham*. Yogyakarta: Deepublish.
- Bursa Efek Indonesia. (2010). *Pengantar Pasar Modal*. Tersedia: <http://www.idx.co.id/id-id/beranda/informasi/bagiinvestor/pengantarpasarmodal.aspx>. Diakses 18 September 2016.
- Bursa Efek Indonesia. (2010). *Indeks*. Tersedia pada situs: <http://www.idx.co.id/id-id/beranda/informasi/bagiinvestor/indeks.aspx>. Diakses 24 Januari 2017.
- Chan, N. H., & Wong, H. Y. (2015). *Simulation Technique In Financial Risk Management, Second Edition*. New Jersey: John Wiley and Sons.
- Cryer, J. D., & Chan, K. S. (2008). *Time series Analysis With Application in R*. New York: Springer Science.
- Deny, S. (2016). *Dampak Tax Amnesty ke Sektor Properti Baru Terlihat Tahun Depan*. Tersedia pada situs: <http://bisnis.liputan6.com/read/2557073/dampak-tax-amnesty-ke-sektor-properti-baru-terlihat-tahun-depan>. Diakses pada 20 September 2016.
- Dharmawan, K. (2010). *Estimasi Nilai Value at Risk Portofolio Menggunakan Metode t-Copula*. Jurnal Matematika.
- Donaldson, J. B. (2015). *Intermediate Financial Theory, Third Edition*. New York: Elsevier Inc.
- Fitri. (2014). *Kurs Bank Indonesia: Pengertian Kurs Uang Asing (KUA) dan Kurs Transaksi*. Tersedia pada situs: <http://kursrupiah.net/kurs-bank-indonesia-pengertian-kurs-uang-asing-kua-dan-kurs-transaksi/264/> Diakses tanggal 22 September 2016.

- Forddanta, D. H. (2016). *Menanti Efek Tax Amnesty*. Tersedia pada situs: <http://investasi.kontan.co.id/news/menanti-efek-tax-amnesty>. Diakses 5 Oktober 2016.
- Franke, J., Hardle, W. K., & Hafner, C. M. (2015). *Statistics of Financial Markets*. Germany: Springer.
- Gomarketingstrategic. (2015). *Pengertian Indeks Harga Saham Gabungan*. Tersedia: <http://www.gomarketingstrategic.com/2016/06/pengertian-indeks-harga-saham-gabungan.html>. Diakses 24 Januari 2017.
- Gordon, D.V. (2010). *Price Modelling In The Canadian Fish Supply Chain With Forecasts And Simulations Of The Ex-Vessel Price Of Fish*. Working Papers, FAO, Rome.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics 4th Edition*. New York: The McGraw Hill Company.
- Han, H. (2010). *Asymptotic Properties of GARCH-X Processes*. Journal of Financial Econometrics.
- Han, H., & Kristensen, D. (2013). *Asymptotic Theory for the QMLE in GARCH-X Models with Stationary and Non-Stationary Covariates*. Journal of Financial Econometrics. 18/13.
- Hyndman, R. J. (2010). *The ARIMAX Model Muddle*. Tersedia pada situs: <http://robjhyndman.com/hyndsight/arimax/>. Diakses 8 November 2016.
- Hidayati, A. A., Suhadak, Sudjana, N. (2014). *Analisis Capital Asset Pricing Model (CAPM) terhadap Keputusan Investasi Saham*. Jurnal Administrasi Bisnis.
- Ika, A. (2016). *Ini Keuntungan dari Mengikuti Tax Amnesty*. Tersedia pada situs resmi www.kompas.com: <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2016/09/19/200000826/ini.keuntungan.dari.mengikuti.tax.amnesty>. Diakses pada 19 September 2016.
- Levy, H. (2012). *The Capital Asset Pricing Model In The 21st Century*. United States of America: Cambridge University Press.

- Mardiyati, U., & Rosalina, A. (2013). *Analisis Pengaruh Nilai Tukar, Tingkat Suku Bunga dan Inflasi terhadap Indeks Harga Saham, Studi Kasus pada Perusahaan Properti yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia*. Jurnal Riset Manajemen Sains Indonesia (JRMSI), Volume 4, No 1.
- Nana, G. A., Korn, R., & Elwein-Sayer, C. (2013). *GARCH-Extended Models: Theoretical Properties and Applications*. *Journal of Econometrics*.
- Nastiti, W. K. D. (2016). *Estimasi Risiko Return Saham Perusahaan Sektor Telekomunikasi di Bursa Efek Indonesia (BEI) Menggunakan Metode Conditional Value-at-Risk (CVaR) dan Value-at-Risk (VaR) dengan Pendekatan ARMA-GARCH dan Extreme Value Theory (EVT)*. Tugas Akhir Tahap Sarjana. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Naufal, A. R. (2016). *Analisis Pengaruh Treding Topic di Twitter dan Google terhadap Return Indeks LQ45 dan IHSG Menggunakan Metode ARMAX dan SVR*. Tugas Akhir Tahap Sarjana. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- O'Connor, P. D., & Kleyner, A. (2012). *Practical Reliability Engineering, 5th Edition*. New York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Rahmawati, S. (2016). *Analisis Monday Effect dan Weekend Effect pada Return Saham Perusahaan LQ 45 di Bursa Efek Indonesia*. Tugas Akhir Tahap Sarjana. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sahamok. (2015). *Kapitalisasi Pasar 2015*. Tersedia: <http://www.sahamok.com/kapitalisasi-pasar-bei/kapitalisasi-pasar-2015/>. Diakses pada tanggal 4 Oktober 2016.
- Schopen, J. H. (2012). *Exogenous Variables in Dynamic Conditional Correlation Models for Financial Markets*. Disertasi Doktor. Bermen: Universitas Bermen.

- Sitepu, V. W. (2013). *Pengaruh Faktor Makro Ekonomi terhadap Harga Saham Properti*. Tesis Magister. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Sukirno. (2016). *Tax Amnesty Disahkan: IHSG Rupiah Melambung, Saham ini Bakal Diuntungkan*. Tersedia: <http://market.bisnis.com/read/20160629/189/562242/tax-amnesty-disahkan-ihsg-rupiah-melambung-saham-ini-bakal-diuntungkan>. Diakses pada 20 September 2016.
- Sumanto, E. (2006). *Analisis Pengaruh Perkembangan Pasar Modal terhadap Perekonomian Indonesia*. Tugas Akhir Tahap Sarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tandelilin, E. (2010). *Portofolio dan Investasi, Edisi Pertama*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tsay, R. S. (2010). *Analysis of Financial Times Series 3rd Edition*. New Jersey: John Willey and Sons.
- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L., & Ye, K. (2011). *Probability & Statistics for Engineers & Scientists 9th edition*. New Jersey: Pearson Educational, Inc.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariayte Methods*. New York: Pearson Education.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data *Return* Harian Saham BSDE, PWON, LPKR, SMRA, CTRA

No.	Tanggal	BSDE	PWON	LPKR	SMRA	CTRA
1	04/01/2010	-	-	-	-	-
2	05/01/2010	-0.01149	0.023077	0	0.017544	0.040816
3	06/01/2010	-0.02326	-0.06015	-0.01961	0.017241	0.098039
4	07/01/2010	0.02381	-0.008	0	0	0.053571
5	08/01/2010	-0.01163	0.008065	0	0	0.084746
6	11/01/2010	0	0	0.040001	0	-0.03125
7	12/01/2010	-0.01176	0	0.057691	0.050847	0.048387
8	13/01/2010	0	-0.008	0	0	0.030769
9	14/01/2010	0	0.008065	0.018182	0.032258	0.029851
10	15/01/2010	0	0	-0.01786	-0.01563	0
11	18/01/2010	0.011905	0	0	-0.04762	-0.02899
12	19/01/2010	0.035293	0	0	0.016667	-0.02985
13	20/01/2010	0	0.024	-0.01818	0.065574	0.046154
14	21/01/2010	0	0	0	-0.01538	-0.02941
15	22/01/2010	0	-0.02344	0	0	0.045455
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
1610	22/09/2016	0.013953	0.038168	0.004566	0.008721	-0.00294
1611	26/09/2016	-0.00917	-0.05147	0.018182	-0.01729	-0.059
1612	27/09/2016	0.023148	0.023256	-0.01786	0.020528	0.056426
1613	28/09/2016	0.004525	0.015152	-0.09545	0.005747	0.008902
1614	29/09/2016	-0.0045	0.029851	0.01005	0.002857	-0.01176
1615	30/09/2016	-0.00452	-0.02174	-0.01493	0	-0.05357

Lampiran 2. Data Harga Harian Kurs IDR/USD dan IHSG

No.	Tanggal	Kurs IDR/USD	IHSG
1	04/01/2010	9377	2575.41
2	05/01/2010	9355	2605.28
3	06/01/2010	9355	2603.3
4	07/01/2010	9274	2586.9
5	08/01/2010	9286	2614.37
6	11/01/2010	9176	2632.2
7	12/01/2010	9231	2659.55
8	13/01/2010	9226	2632.87
9	14/01/2010	9196	2645.18
10	15/01/2010	9251	2647.09
11	18/01/2010	9276	2642.55
12	19/01/2010	9271	2666.07
13	20/01/2010	9321	2667.27
14	21/01/2010	9366	2638.38
15	22/01/2010	9435	2610.34
⋮	⋮	⋮	⋮
1610	22/09/2016	13163	5380.26
1611	26/09/2016	13141	5352.14
1612	27/09/2016	13092	5419.6
1613	28/09/2016	12991	5425.34
1614	29/09/2016	13017	5431.96
1615	30/09/2016	13063	5364.8

Lampiran 3. Statistika Deskriptif Harga Saham *Close* dan *Return* perusahaan BSDE, PWON, LPKR, SMRA, dan CTRA

**Descriptive Statistics:BSDE;PWON;LPKR;SMRA;CTRA;
ReturnBSDE;ReturnPWON;ReturnLPKR;ReturnSMRA;
ReturnCTRA**

Variable	Mean	Variance	Minimum
BSDE	1359,1	194843,1	529,1
PWON	323,05	17083,13	124,00
LPKR	923,78	72819,70	380,27
SMRA	1369,8	181941,0	570,0
CTRA	900,47	137256,45	290,00
ReturnBSDE	0,001016	0,000788	-0,217949
ReturnPWON	0,001381	0,000723	-0,125000
ReturnLPKR	0,000749	0,000611	-0,176471
ReturnSMRA	0,001214	0,000965	-0,478261
ReturnCTRA	0,001357	0,001170	-0,518293

Variable	Maximum	Skewness	Kurtosis
BSDE	2330,0	-0,01	-1,11
PWON	690,00	0,60	-0,59
LPKR	1840,00	0,04	-0,57
SMRA	2975,0	0,84	0,93
CTRA	1705,00	0,09	-1,16
ReturnBSDE	0,160839	0,01	5,09
ReturnPWON	0,172161	0,27	2,91
ReturnLPKR	0,134454	-0,06	4,33
ReturnSMRA	0,126984	-2,15	35,68
ReturnCTRA	0,240000	-1,66	35,11

Lampiran 4. Sintaks R CAPM

```
d=read.csv("D://DatauntukBeta.csv", sep=";", header=TRUE)
Y1=d[, 3]
Y2=d[, 4]
Y3=d[, 5]
Y4=d[, 6]
Y5=d[, 7]
X=d[, 8]
alfa=0.05
n=length(Y1)
window=250
beta1=0
beta2=0
beta3=0
beta4=0
beta5=0
pval1=0
pval2=0
pval3=0
pval4=0
pval5=0
a=0
b=0
c=0
d=0
e=0
for (i in window:n)
{
  Y1a=Y1[(i-window+1):i]
  Y2a=Y2[(i-window+1):i]
  Y3a=Y3[(i-window+1):i]
  Y4a=Y4[(i-window+1):i]
  Y5a=Y5[(i-window+1):i]
  Xa=X[(i-window+1):i]

  reg1=lm(Y1a~0+Xa)
  beta1[(i-window+1):(n-window+1)]=reg1 $ coefficients
  pval1[(i-window+1):(n-window+1)]=summary(reg1)$
    coefficients[,4]
  a[(i-window+1):(n-window+1)]=if(pval1[(i-window+1):
    (n-window+1)] < alfa) "Signifikan" else "Tidak
    Signifikan"
```

Lampiran 4. (Lanjutan)

```

reg2=lm(Y2a~0+Xa)
  beta2[(i-window+1):(n-window+1)]=reg2 $ coefficients
  pval2[(i-window+1):(n-window+1)]=summary(reg2) $
coefficients[,4]
  b[(i-window+1):(n-window+1)]=if(pval2[(i-window+1):
(n-window+1)] < alfa) "Signifikan" else "Tidak
Signifikan"
  reg3=lm(Y3a~0+Xa)
  beta3[(i-window+1):(n-window+1)]=reg3 $ coefficients
  pval3[(i-window+1):(n-window+1)]=summary(reg3) $
coefficients[,4]
  c[(i-window+1):(n-window+1)]=if(pval3[(i-window+1):
(n-window+1)] < alfa) "Signifikan" else "Tidak
Signifikan"
  reg4=lm(Y4a~0+Xa)
  beta4[(i-window+1):(n-window+1)]=reg4 $ coefficients
  pval4[(i-window+1):(n-window+1)]=summary(reg4) $
coefficients[,4]
  d[(i-window+1):(n-window+1)]=if(pval4[(i-window+1):
(n-window+1)] < alfa) "Signifikan" else "Tidak
Signifikan"
  reg5=lm(Y5a~0+Xa)
  beta5[(i-window+1):(n-window+1)]=reg5 $ coefficients
  pval5[(i-window+1):(n-window+1)]=summary(reg5) $
coefficients[,4]
  e[(i-window+1):(n-window+1)]=if(pval5[(i-window+1):
(n-window+1)] < alfa) "Signifikan" else "Tidak
Signifikan"
}

win.graph()
plot(beta1,col="blue", type="l",lwd=2, ylim=c(0.5,2),
ylab="Beta",xlab="Time")
lines(beta2,col="red", type="l",lwd=2)
lines(beta3,col="yellow", type="l",lwd=2)
lines(beta4,col="black", type="l",lwd=2)
lines(beta5,col="green",type="l",lwd=2)
legend(2,2,c("BSDE","PWON","LPKR","SMRA","CTRA"),lwd=2,
col=c("blue","red","yellow","black","green"),bg="white"
)

```

Lampiran 5. Sintaks R Plot *Time Series* Harga Saham dan *Return* Saham Perusahaan, Kurs IDR/USD, dan IHSG

```

stockprice=read.csv("D://price.csv", sep=";", header=
TRUE)
BSDE=as.numeric(stockprice$BSDE)
BSDE2=data.frame(stockprice$Date, stockprice$BSDE)
PWON=as.numeric(stockprice$PWON)
LPKR=as.numeric(stockprice$LPKR)
SMRA=as.numeric(stockprice$SMRA)
CTRA=as.numeric(stockprice$CTRA)
KURS=as.numeric(stockprice$KURS)
KURS2=data.frame(stockprice$Date, stockprice$KURS)
IHSG=as.numeric(stockprice$IHSG)
IHSG2=data.frame(stockprice$Date, stockprice$IHSG)

return=read.csv("D://return.csv", sep=";", header=TRUE)
RBSDE=as.numeric(return$RBSDE)
RBSDE2=data.frame(return$Date, return$RBSDE)
RPWON=as.numeric(return$RPWON)
RPWON2=data.frame(return$Date, return$RPWON)
RLPKR=as.numeric(return$RLPKR)
RLPKR2=data.frame(return$Date, return$RLPKR)
RSMRA=as.numeric(return$RSMRA)
RSMRA2=data.frame(return$Date, return$RSMRA)
RCTRA=as.numeric(return$RCTRA)
RCTRA2=data.frame(return$Date, return$RCTRA)

#Plot Stock price Setiap Perusahaan
par (mfrow=c(1,1))
plot(BSDE,type="l",ylim=c(0,3500),lwd=2, col="blue",
axes=F, ylab="Stock Price", xlab="Time")
labels=as.numeric(format(as.Date(BSDE2[,1],"d/%m/%Y")
, "%Y"))
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1, 1615)
axis(side=1,at=where.put, labels=labels[where.put],
lwd=0.5)
axis(side=2,at=seq(0,3500,by=100), labels=seq(0,3500,
by=100),lwd=1)
lines(PWON,type="l",ylim=c(0,3500),lwd=2,col="red")
lines(LPKR,type="l",ylim=c(0,3500),lwd=2,col="yellow")
lines(SMRA,type="l",ylim=c(0,3500),lwd=2,col="black")

```

Lampiran 5. (Lanjutan 1)

```

lines(CTRA,type="l",ylim=c(0,3500),lwd=2,col="green")
legend(2,3500,c("BSDE","PWON","LPKR","SMRA","CTRA"),l
wd=2,col=c("blue","red","yellow","black","green"),bg=
"white")

#Plot Return BSDE
par (mfrow=c(1,1))
plot(RBSDE, type="l", ylim=c(-0.55,0.35), lwd=2, col=
"black",axes=F, ylab="Stock Return", xlab="Time")
labels=as.numeric(format(as.Date(RBSDE2[,1],"%d/%m/%Y
"), "%Y"))
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1, 1615)
axis(side=1, at=where.put, labels=labels[where.put],
lwd=0.5)
axis(side=2, at=seq(-0.55,0.55,by=0.05), labels=seq(-
0.55,0.55,by=0.05), lwd=1)
legend(900,0.35,c("Return BSDE"),lwd=0.5,cex= 1.2,
pt.cex = cex,col=c("black"),bg="white")

#Plot Return PWON
par (mfrow=c(1,1))
plot(RPWON, type="l", ylim=c(-0.55,0.35), lwd=2, col=
"black",axes=F, ylab="Stock Return", xlab="Time")
labels=as.numeric(format(as.Date(RPWON2[,1],"%d/%m/%Y
"), "%Y"))
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1, 1615)
axis(side=1, at=where.put, labels=labels[where.put],
lwd=0.5)
axis(side=2, at=seq(-0.55,0.55,by=0.05), labels=seq(-
0.55,0.55,by=0.05), lwd=1)
legend(900,0.35,c("Return PWON"),lwd=0.5,cex = 1.2,
pt.cex = cex,col=c("black"),bg="white")

#Plot Return LPKR
plot(RLPKR, type="l", ylim=c(-0.55,0.35), lwd=2, col=
"black",axes=F, ylab="Stock Return", xlab="Time")
labels=as.numeric(format(as.Date(RLPKR2[,1],"%d/%m/%Y
"), "%Y"))
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1, 1615)
axis(side=1, at=where.put, labels=labels[where.put],
lwd=0.5)

```

Lampiran 5. (Lanjutan 2)

```

axis(side=2, at=seq(-0.55,0.55,by=0.05), labels=seq(-
0.55,0.55,by=0.05), lwd=1)
legend(900,0.35,c("Return LPKR"),lwd=0.5,cex = 1.2,
pt.cex = cex,col=c("black"),bg="white")

#Plot Return SMRA
plot(RSMRA, type="l", ylim=c(-0.55,0.35), lwd=2, col=
"black",axes=F, ylab="Stock Return", xlab="Time")
labels=as.numeric(format(as.Date(RSMRA2[,1],"%d/%m/%Y
"), "%Y"))
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1, 1615)
axis(side=1, at=where.put, labels=labels[where.put],
lwd=0.5)
axis(side=2, at=seq(-0.55,0.55,by=0.05), labels=seq(-
0.55,0.55,by=0.05), lwd=1)
legend(900,0.35,c("Return SMRA"),lwd=0.5,cex = 1.2,
pt.cex = cex,col=c("black"),bg="white")

#Plot Return CTRA
plot(RCTRA, type="l", ylim=c(-0.55,0.35), lwd=2, col=
"black",axes=F, ylab="Stock Return", xlab="Time")
labels=as.numeric(format(as.Date(RCTRA2[,1],"%d/%m/%Y
"), "%Y"))
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1, 1615)
axis(side=1, at=where.put, labels=labels[where.put],
lwd=0.5)
axis(side=2, at=seq(-0.55,0.55,by=0.05), labels=seq(-
0.55,0.55,by=0.05), lwd=1)
legend(900,0.35,c("Return CTRA"),lwd=0.5,cex = 1.2,
pt.cex = cex,col=c("black"),bg="white")

#Plot Kurs
par (mfrow=c(1,1))
plot(KURS, type="l", ylim=c(7500,15000), lwd=2, col=
"blue", axes=F, ylab="Kurs IDR/USD", xlab="Time")
labels=as.numeric(format(as.Date(KURS2[,1],"%d/%m/%Y
"), "%Y"))
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1, 1615)
axis(side=1, at=where.put, labels=labels[where.put],
lwd=0.5)

```

Lampiran 5. (Lanjutan 3)

```
axis(side=2,at=seq(7500,15000,by=500),labels=seq(075
00,15000,by=500), lwd=1)
legend(2,15000,c("Kurs
IDR/USD"),lwd=2,col=c("blue"), bg="white")

#Plot IHSG
par (mfrow=c(1,1))
plot(IHSG, type="l", ylim=c(2000,6000), lwd=2, col=
"blue", axes=F, ylab="IHSG", xlab="Time")
labels=as.numeric(format(as.Date(IHSG2[,1],"%d/%m/%Y
"), "%Y"))
where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1, 1615)
axis(side=1, at=where.put, labels=labels[where.put],
lwd=0.5)
axis(side=2,at=seq(2000,6000,by=100),labels=seq(2000
,6000,by=100), lwd=1)
legend(2,6000,c("IHSG"), lwd=2, col=c("blue"), bg=
"white")
```

Lampiran 6. Sintaks R Plot ACF dan PACF *Return Saham*

```

return=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
RBSDE=as.numeric(return$RBSDE)
RPWON=as.numeric(return$RPWON)
RLPKR=as.numeric(return$RLPKR)
RSMRA=as.numeric(return$RSMRA)
RCTRA=as.numeric(return$RCTRA)

win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
acf(RBSDE,main="Return BSDE")
pacf(RBSDE,main="Return BSDE")

win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
acf(RPWON,main="Return PWON")
pacf(RPWON,main="Return PWON")

win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
acf(RLPKR,main="Return LPKR")
pacf(RLPKR,main="Return LPKR")

win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
acf(RSMRA,main="Return SMRA")
pacf(RSMRA,main="Return SMRA")

win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
acf(RCTRA,main="Return CTRA")
pacf(RCTRA,main="Return CTRA")

```


Lampiran 7. (a) Sintaks R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX Saham BSDE

```
data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnBSDE=data[,1]
returnPWON=data[,2]
returnLPKR=data[,3]
returnSMRA=data[,4]
returnCTRA=data[,5]
X=cbind(data[,6],data[,7])

#BSDE
library(rugarch)
spec.BSDE1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,1),include.mean=TRUE,
external.regressors=X),variance.model=list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model="norm")
garch.fit.BSDE1=ugarchfit(spec=spec.BSDE1,data=returnBSDE,solver="nloptr")

spec.BSDE2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE,
external.regressors=X),variance.model=list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model="norm")
garch.fit.BSDE2=ugarchfit(spec=spec.BSDE2,data=returnBSDE,solver="nloptr")

spec.BSDE3=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE,
external.regressors=X),variance.model=list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model="norm")
garch.fit.BSDE3=ugarchfit(spec=spec.BSDE3,data=returnBSDE,solver="nloptr")

garch.fit.BSDE1
garch.fit.BSDE2
garch.fit.BSDE3
```

**Lampiran 7. (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model
ARMAX(1,1,2) Saham BSDE**

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----

```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.018543	0.000008	2333.0	0
ar1	0.794838	0.000344	2308.3	0
ma1	-0.765525	0.000332	-2309.1	0
mxreg1	-4.946082	0.002161	-2288.4	0
mxreg2	-7.158616	0.003064	-2336.4	0
omega	0.000000	0.000000	0.0	1

```

Robust Standard Errors:

```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.018543	0.012408	1.49444	0.135062
ar1	0.794838	1.441909	0.55124	0.581469
ma1	-0.765525	1.366896	-0.56005	0.575448
mxreg1	-4.946082	11.745746	-0.42110	0.673685
mxreg2	-7.158616	1.833966	-3.90335	0.000095
omega	0.000000	0.000782	0.00000	1.000000

```

LogLikelihood : -58669.66

Information Criteria
-----

```

Akaike	72.708
Bayes	72.728
Shibata	72.708
Hannan-Quinn	72.716

**Lampiran 7. (c) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model
ARMAX(1,0,2) Saham BSDE**

```

*-----*
*                GARCH Model Fit                *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu        -0.009205    1.0e-06  -17952.4    0
ar1        0.134894    1.1e-05   12363.5    0
mxreg1     0.464066    6.7e-05    6930.1    0
mxreg2     0.308247    4.1e-05    7599.1    0
omega      0.000000    0.0e+00     0.0      1

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu        -0.009205    0.048327  -0.19048  0.84893
ar1        0.134894    1.028300  0.13118  0.89563
mxreg1     0.464066    2.531573  0.18331  0.85455
mxreg2     0.308247    2.405274  0.12815  0.89803
omega      0.000000    0.007058  0.00000  1.00000

LogLikelihood : -58722.21

Information Criteria
-----
Akaike          72.772
Bayes           72.789
Shibata         72.772
Hannan-Quinn    72.778

```

Lampiran 7. (d) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model
ARMAX(0,1,2) Saham BSDE

```

*-----*
*           GARCH Model Fit           *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      -0.030505   0.000001   -24130      0
ma1     -0.036393   0.000002   -23439      0
mxreg1  11.326570   0.000539    21016      0
mxreg2   2.767755   0.000118    23530      0
omega    0.000000   0.000000      0         1

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      -0.030505   0.015305   -1.9931  0.046248
ma1     -0.036393   0.032246   -1.1286  0.259074
mxreg1  11.326570   1.441165    7.8593  0.000000
mxreg2   2.767755   2.442922    1.1330  0.257227
omega    0.000000   0.000534    0.0000  1.000000

LogLikelihood : -58724.05

Information Criteria
-----
Akaike          72.775
Bayes           72.791
Shibata         72.775
Hannan-Quinn    72.781

```

Lampiran 7. (e) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2) BSDE

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.06334	0.8013
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1] [5]	30.30147	0.0000
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1] [9]	47.75991	0.0000
d.o.f=2		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 7. (f) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,0,2) BSDE

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	24.04	9.439e-07
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1] [2]	25.06	0.000e+00
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1] [5]	25.95	2.876e-11
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 7. (g) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(0,1,2) BSDE

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	5.740	1.658e-02
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1] [2]	6.101	3.092e-05
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1] [5]	30.389	1.709e-13
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 8. (a) Sintaks R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX Saham PWON

```
data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnBSDE=data[,1]
returnPWON=data[,2]
returnLPKR=data[,3]
returnSMRA=data[,4]
returnCTRA=data[,5]
X=cbind(data[,6], data[,7])

#PWON
library(rugarch)
spec.PWON1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,1), include.mean=TRUE,
external.regressors=X), variance.model=list(garchOr
der=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fit.PWON1=ugarchfit(spec=spec.PWON1, data=ret
urnPWON, solver="nloptr")

spec.PWON2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0), include.mean=TRUE,
external.regressors=X), variance.model=list(garchOr
der=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fit.PWON2=ugarchfit(spec=spec.PWON2, data=ret
urnPWON, solver="nloptr")

spec.PWON3=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1), include.mean=TRUE,
external.regressors=X), variance.model=list(garchOr
der=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fit.PWON3=ugarchfit(spec=spec.PWON3, data=ret
urnPWON, solver="nloptr")

garch.fit.PWON1
garch.fit.PWON2
garch.fit.PWON3
```

**Lampiran 8. (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model
ARMAX(1,1,2) Saham PWON**

```

*                GARCH Model Fit                *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.035136   0.000004   9075.71    0
ar1     1.000000   0.000155   6471.36    0
ma1     -0.977574   0.000628  -1557.71    0
mxreg1   0.026961   0.000047   571.61    0
mxreg2   0.246299   0.000159  1548.02    0
omega    0.000000   0.000000    0.00     1

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.035136   0.057560   0.610426  0.54158
ar1     1.000000  26.058336   0.038375  0.96939
ma1     -0.977574   3.941722  -0.248007  0.80413
mxreg1   0.026961   0.287100   0.093909  0.92518
mxreg2   0.246299   5.079110   0.048493  0.96132
omega    0.000000   0.000704   0.000000  1.00000

LogLikelihood : -58722.28

Information Criteria
-----
Akaike          72.774
Bayes           72.794
Shibata         72.774
Hannan-Quinn    72.781

```

**Lampiran 8. (c) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model
ARMAX(1,0,2) Saham PWON**

```

*-----*
*              GARCH Model Fit              *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu        -0.00124    1.0e-06   -1968.9      0
ar1        -0.03394    1.7e-05   -1967.6      0
mxreg1     1.69683    3.0e-05   56346.1      0
mxreg2    -0.77144    3.0e-05  -25361.3      0
omega      0.00000    0.0e+00     0.0        1

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu        -0.00124    0.003589   -0.34535   0.72983
ar1        -0.03394    0.099720   -0.34035   0.73359
mxreg1     1.69683    7.730549    0.21950   0.82626
mxreg2    -0.77144    1.226579   -0.62894   0.52939
omega      0.00000    0.006369    0.00000   1.00000

LogLikelihood : -58668.51

Information Criteria
-----
Akaike          72.706
Bayes           72.722
Shibata         72.706
Hannan-Quinn    72.712

```


**Lampiran 8. (d) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model
ARMAX(0,1,2) Saham PWON**

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu         0.003342   0.000001   2724.3      0
ma1        -0.023743   0.000000  -59123.8     0
mxreg1      1.314852   0.000036  36926.6     0
mxreg2     -0.812718   0.000298  -2722.9     0
omega       0.000000   0.000000    0.0      1

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu         0.003342   0.004600   0.72654   0.46751
ma1        -0.023743   0.032824  -0.72336   0.46946
mxreg1      1.314852   2.888136   0.45526   0.64892
mxreg2     -0.812718   0.832471  -0.97627   0.32893
omega       0.000000   0.005024   0.00000   1.00000

LogLikelihood : -58722.02

Information Criteria
-----
Akaike          72.772
Bayes           72.789
Shibata         72.772
Hannan-Quinn    72.778

```

Lampiran 8. (e) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2) PWON

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.2949	0.5871
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5]	2.5363	0.7591
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9]	4.4882	0.5741
d.o.f=2		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 8. (f) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,0,2) PWON

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.2726	0.601624
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	0.2731	0.995983
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	8.4640	0.004928
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 8. (g) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(0,1,2) PWON

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.8917	0.34501
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	0.8921	0.80255
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	7.0993	0.01763
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 9. (a) Sintaks R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX Saham LPKR

```
data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnBSDE=data[,1]
returnPWON=data[,2]
returnLPKR=data[,3]
returnSMRA=data[,4]
returnCTRA=data[,5]
X=cbind(data[,6],data[,7])

#LPKR
library(rugarch)
spec.LPKR1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,1),include.mean=TRUE,
external.regressors=X),variance.model=list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model="norm")
garch.fit.LPKR1=ugarchfit(spec=spec.LPKR1,data=returnLPKR,solver="nloptr")

spec.LPKR2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE,
external.regressors=X),variance.model=list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model="norm")
garch.fit.LPKR2=ugarchfit(spec=spec.LPKR2,data=returnLPKR,solver="nloptr")

spec.LPKR3=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE,
external.regressors=X),variance.model=list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model="norm")
garch.fit.LPKR3=ugarchfit(spec=spec.LPKR3,data=returnLPKR,solver="nloptr")

garch.fit.LPKR1
garch.fit.LPKR2
garch.fit.LPKR3
```

Lampiran 9. (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,1,2) Saham LPKR

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error    t value  Pr(>|t|)
mu      -0.009939    0.016324   -0.60887  0.54261
ar1      1.000000    0.000300  3334.58060  0.00000
ma1     -0.964655    0.000308 -3133.61602  0.00000
mxreg1    0.424392    0.000142 2991.45263  0.00000
mxreg2   -2.180878    0.000504 -4329.60213  0.00000
omega     0.000000    0.000000   0.00000  1.00000

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error    t value  Pr(>|t|)
mu      -0.009939    847.83670  -0.000012  0.99999
ar1      1.000000    2.49278   0.401159  0.68830
ma1     -0.964655    6.61114  -0.145914  0.88399
mxreg1    0.424392    3.80011   0.111679  0.91108
mxreg2   -2.180878   29.30673  -0.074416  0.94068
omega     0.000000    0.00269   0.000000  1.00000

LogLikelihood : -58722.03

Information Criteria
-----
Akaike          72.773
Bayes           72.793
Shibata         72.773
Hannan-Quinn    72.781

```

**Lampiran 9. (c) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model
ARMAX(0,1,2) Saham LPKR**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu        -0.012124    1.0e-06    -14916      0
ma1        0.271366    1.6e-05     17178      0
mxreg1     1.097270    6.6e-05     16671      0
mxreg2    -0.260695    2.2e-05    -11965      0
omega      0.000000    0.0e+00      0          1

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu        -0.012124    0.338802   -0.035785   0.97145
ma1        0.271366    10.712694   0.025331   0.97979
mxreg1     1.097270    45.391472   0.024173   0.98071
mxreg2    -0.260695    9.430303   -0.027644   0.97795
omega      0.000000    0.005491   0.000000   1.00000

LogLikelihood : -58722.04

Information Criteria
-----
Akaike          72.772
Bayes           72.789
Shibata         72.772
Hannan-Quinn    72.778

```

Lampiran 9. (d) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2) LPKR

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	8.348	3.861e-03
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5]	11.962	0.000e+00
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9]	18.350	6.177e-07
d.o.f=2		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 9. (e) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,0,2) LPKR

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	8.678	3.222e-03
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	9.751	2.602e-09
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	11.097	3.621e-04
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 9. (f) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(0,1,2) LPKR

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	50.06	1.488e-12
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	51.28	0.000e+00
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	53.43	0.000e+00
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 10. (a) Sintaks R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX Saham SMRA

```
data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnBSDE=data[,1]
returnPWON=data[,2]
returnLPKR=data[,3]
returnSMRA=data[,4]
returnCTRA=data[,5]
X=cbind(data[,6],data[,7])

#SMRA
library(rugarch)
spec.SMRA1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,1),include.mean=TRUE,
external.regressors=X),variance.model=list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model="norm")
garch.fit.SMRA1=ugarchfit(spec=spec.SMRA1,data=returnSMRA,solver="nloptr")

spec.SMRA2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE,
external.regressors=X),variance.model=list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model="norm")
garch.fit.SMRA2=ugarchfit(spec=spec.SMRA2,data=returnSMRA,solver="nloptr")

spec.SMRA3=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE,
external.regressors=X),variance.model=list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model="norm")
garch.fit.SMRA3=ugarchfit(spec=spec.SMRA3,data=returnSMRA,solver="nloptr")

garch.fit.SMRA1
garch.fit.SMRA2
garch.fit.SMRA3
```

Lampiran 10. (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,1,2) Saham SMRA

```

*                GARCH Model Fit                *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.028881   0.000003   10009.5    0
ar1     1.000000   0.000146   6858.2    0
ma1     -0.979129   0.000186  -5270.6    0
mxreg1   0.110764   0.000012   8924.3    0
mxreg2   0.470862   0.000046  10320.7    0
omega    0.000000   0.000000    0.0      1

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.028881   0.437973   0.065941  0.94742
ar1     1.000000  27.220733   0.036737  0.97069
ma1     -0.979129  26.938527  -0.036347  0.97101
mxreg1   0.110764   1.689895   0.065545  0.94774
mxreg2   0.470862   7.130577   0.066034  0.94735
omega    0.000000   0.000628   0.000000  1.00000

LogLikelihood : -58722.39

Information Criteria
-----
Akaike      72.774
Bayes       72.794
Shibata     72.774
Hannan-Quinn 72.781

```


**Lampiran 10. (c) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model
ARMAX(1,0,2) Saham SMRA**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu         0.061331    0.000019   3211.1      0
ar1        -0.001877    0.000001  -2701.9      0
mxreg1      7.291577    0.002146   3397.7      0
mxreg2     87.323089    0.012966   6734.7      0
omega       0.000000    0.000000     0.0        1

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu         0.061331    0.061405    0.99879  0.317896
ar1        -0.001877    0.002233   -0.84041  0.400677
mxreg1      7.291577    6.899439    1.05684  0.290586
mxreg2     87.323089   41.686441    2.09476  0.036192
omega       0.000000    0.000089    0.00000  1.000000

LogLikelihood : -58724.88

Information Criteria
-----
Akaike          72.776
Bayes           72.792
Shibata         72.776
Hannan-Quinn    72.782

```

Lampiran 10. (d) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model
ARMAX(0,1,2) Saham SMRA

```

*-----*
*           GARCH Model Fit           *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu         0.001191    0.0e+00    30604      0
ma1        -0.002219    0.0e+00   -30693      0
mxreg1      1.312372    4.3e-05    30554      0
mxreg2     -0.423544    1.4e-05   -30923      0
omega       0.000000    0.0e+00      0         1

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu         0.001191    0.002598    0.45865    0.64648
ma1        -0.002219    0.004825   -0.45999    0.64553
mxreg1      1.312372    2.870274    0.45723    0.64751
mxreg2     -0.423544    0.913877   -0.46346    0.64304
omega       0.000000    0.004358    0.00000    1.00000

LogLikelihood : -58722.17

Information Criteria
-----
Akaike          72.772
Bayes           72.789
Shibata         72.772
Hannan-Quinn    72.778

```

Lampiran 10. (e) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2) SMRA

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.003637	0.9519
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1] [5]	2.340837	0.8551
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1] [9]	5.543262	0.3385
d.o.f=2		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 10. (f) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,0,2) SMRA

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.2023	0.6529
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1] [2]	0.5992	0.9360
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1] [5]	2.9887	0.4341
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 10. (g) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(0,1,2) SMRA

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	4.046e-05	0.99492
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1] [2]	3.408e+00	0.01534
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1] [5]	5.871e+00	0.05196
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 11. (a) Sintaks R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX Saham CTRA

```
data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnBSDE=data[,1]
returnPWON=data[,2]
returnLPKR=data[,3]
returnSMRA=data[,4]
returnCTRA=data[,5]
X=cbind(data[,6], data[,7])

#CTRA
library(rugarch)
spec.CTRA1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,1), include.mean=TRUE,
external.regressors=X), variance.model=list(garchOr
der=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fit.CTRA1=ugarchfit(spec=spec.CTRA1, data=ret
urnCTRA, solver="nloptr")

spec.CTRA2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0), include.mean=TRUE,
external.regressors=X), variance.model=list(garchOr
der=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fit.CTRA2=ugarchfit(spec=spec.CTRA2, data=ret
urnCTRA, solver="nloptr")

spec.CTRA3=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1), include.mean=TRUE,
external.regressors=X), variance.model=list(garchOr
der=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fit.CTRA3=ugarchfit(spec=spec.CTRA3, data=ret
urnCTRA, solver="nloptr")

garch.fit.CTRA1
garch.fit.CTRA2
garch.fit.CTRA3
```

Lampiran 11. (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,1,2) Saham CTRA

```

*-----*
*              GARCH Model Fit              *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu         0.13180    0.000286   460.08    0
ar1         0.83876    0.000508  1652.04    0
ma1        -0.85025    0.000517 -1645.76    0
mxreg1     -4.03213    0.007721  -522.23    0
mxreg2    -18.47502    0.034212  -540.02    0
omega       0.00000    0.000000    0.00      1

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu         0.13180    1.836605   0.071764  0.942790
ar1         0.83876    0.076472  10.968248  0.000000
ma1        -0.85025    0.310894   -2.734862  0.006241
mxreg1     -4.03213    48.895527  -0.082464  0.934278
mxreg2    -18.47502   215.825840  -0.085602  0.931783
omega       0.00000    0.000177   0.000000  1.000000

LogLikelihood : -58724.12

Information Criteria
-----
Akaike          72.776
Bayes           72.796
Shibata         72.776
Hannan-Quinn    72.783

```

Lampiran 11. (c) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,0,2) Saham CTRA

```

*-----*
*           GARCH Model Fit           *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.033318    0.000004   7755.1      0
ar1     0.475861    0.000165  2884.6      0
mxreg1   1.045223    0.000366  2857.9      0
mxreg2   0.193964    0.000002  81045.5     0
omega    0.000000    0.000000    0.0         1

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.033318    0.785399   0.042422   0.96616
ar1     0.475861   12.671626   0.037553   0.97004
mxreg1   1.045223   31.075234   0.033635   0.97317
mxreg2   0.193964   10.078723   0.019245   0.98465
omega    0.000000    0.007043   0.000000   1.00000

LogLikelihood : -58722.52

Information Criteria
-----
Akaike          72.773
Bayes           72.789
Shibata         72.773
Hannan-Quinn    72.779

```

Lampiran 11. (d) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(0,1,2) Saham CTRA

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu        -0.000789   0.000000   -37470      0
ma1       -0.038434   0.000001   -37755      0
mxreg1     1.528304   0.000023    66718      0
mxreg2     2.593848   0.000182    14272      0
omega      0.000000   0.000000      0          1

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu        -0.000789   0.002767   -0.28500   0.77565
ma1       -0.038434   0.133839   -0.28717   0.77398
mxreg1     1.528304   3.011760   0.50745   0.61184
mxreg2     2.593848   23.895123   0.10855   0.91356
omega      0.000000   0.015112   0.00000   1.00000

LogLikelihood : -58669.24

Information Criteria
-----
Akaike          72.707
Bayes           72.723
Shibata         72.707
Hannan-Quinn    72.713

```

Lampiran 11. (e) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2) CTRA

weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	1.685	1.943e-01
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5]	11.562	1.110e-16
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9]	15.676	1.694e-05

d.o.f=2
H0 : No serial correlation

Lampiran 11. (f) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,0,2) CTRA

weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	267.4	0
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	267.7	0
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	268.7	0

d.o.f=1
H0 : No serial correlation

Lampiran 11. (g) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(0,1,2) CTRA

weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	1.456	0.2276
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	1.817	0.2825
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	3.662	0.2845

d.o.f=1
H0 : No serial correlation

Lampiran 12. (a) Sintaks R Uji *Kormogorov-smirnov*

```

residual=read.csv("D://Residuals.csv", sep=",", header
=TRUE)

#ARMAX(1,1)
resBSDE1=residual$V1
resPWON1=residual$V4
resSMRA1=residual$V10
resCTRA1=residual$V13
resLPKR1=residual$V7
#ARMAX(1,0)
resBSDE2=residual$V2
resPWON2=residual$V5
resLPKR2=residual$V8
resSMRA2=residual$V11
resCTRA2=residual$V14
#ARMAX(0,1)
resBSDE3=residual$V3
resPWON3=residual$V6
resLPKR3=residual$V9
resSMRA3=residual$V12
resCTRA3=residual$V15

ks.test(resBSDE1,"pnorm",alternative=c("two.sided"))
ks.test(resBSDE2,"pnorm",alternative=c("two.sided"))
ks.test(resBSDE3,"pnorm",alternative=c("two.sided"))

ks.test(resLPKR1,"pnorm",alternative=c("two.sided"))
ks.test(resLPKR2,"pnorm",alternative=c("two.sided"))
ks.test(resLPKR3,"pnorm",alternative=c("two.sided"))

ks.test(resPWON1,"pnorm",alternative=c("two.sided"))
ks.test(resPWON2,"pnorm",alternative=c("two.sided"))
ks.test(resPWON3,"pnorm",alternative=c("two.sided"))

ks.test(resSMRA1,"pnorm",alternative=c("two.sided"))
ks.test(resSMRA2,"pnorm",alternative=c("two.sided"))
ks.test(resSMRA3,"pnorm",alternative=c("two.sided"))

ks.test(resCTRA1,"pnorm",alternative=c("two.sided"))
ks.test(resCTRA2,"pnorm",alternative=c("two.sided"))
ks.test(resCTRA3,"pnorm",alternative=c("two.sided"))

```

Lampiran 12. (b) Hasil Uji Normalitas *Kormogorov-smirnov*
Residual ARMAX

One-sample kolmogorov-Smirnov test

data: res11
D = 0.42651, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample kolmogorov-Smirnov test

data: res12
D = 0.47208, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample kolmogorov-Smirnov test

data: res13
D = 0.40211, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample kolmogorov-Smirnov test

data: res21
D = 0.4635, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample kolmogorov-Smirnov test

data: res22
D = 0.47155, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample kolmogorov-Smirnov test

data: res23
D = 0.46995, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample kolmogorov-Smirnov test

data: res31
D = 0.46638, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

Lampiran 12. (c) (Lanjutan)

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: res32
D = 0.46618, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: res33
D = 0.47451, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: res41
D = 0.4633, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: res42
D = 0.28433, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: res43
D = 0.47036, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: res51
D = 0.45722, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: res52
D = 0.46312, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: res53
D = 0.46707, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

Lampiran 13. (a) Sintaks R Uji *Lagrange Multiplier* Residual

```
residual=read.csv("D://Re
siduals.csv",sep=",",head
er=TRUE)
resBSDE=residual$V1
resPWON=residual$V5
resLPKR=residual$V8
resCTRA=residual$V14
resSMRA=residual$V12
```

```
library(FinTS)
```

```
hasil.BSDE=matrix(0,10,2)
colnames(hasil.BSDE)=c('c
hi-sq','p-value')
for (i in 1:10)
{
  LM.BSDE=ArchTest(resBSDE,
  lags=i)
  hasil.BSDE[i,1]=LM.BSDE$s
  tatistic
  hasil.BSDE[i,2]=LM.BSDE$p
  .value
}
```

```
hasil.PWON=matrix(0,10,2)
colnames(hasil.PWON)=c('c
hi-sq','p-value')
for (i in 1:10)
{
  LM.PWON=ArchTest(resPWON,
  lags=i)
  hasil.PWON[i,1]=LM.PWON$s
  tatistic
  hasil.PWON[i,2]=LM.PWON$p
  .value
}
```

```
hasil.LPKR=matrix(0,10,2)
colnames(hasil.LPKR)=c('c
hi-sq','p-value')
for (i in 1:10)
{
  LM.LPKR=ArchTest(resLPKR,
  lags=i)
  hasil.LPKR[i,1]=LM.LPKR$s
  tatistic
  hasil.LPKR[i,2]=LM.LPKR$p
  .value
}
```

```
hasil.SMRA=matrix(0,10,2)
colnames(hasil.SMRA)=c('c
hi-sq','p-value')
for (i in 1:10)
{
  LM.SMRA=ArchTest(resSMRA,
  lags=i)
  hasil.SMRA[i,1]=LM.SMRA$s
  tatistic
  hasil.SMRA[i,2]=LM.SMRA$p
  .value
}
```

```
hasil.CTRA=matrix(0,10,2)
colnames(hasil.CTRA)=c('c
hi-sq','p-value')
for (i in 1:10)
{
  LM.CTRA=ArchTest(resCTRA,
  lags=i)
  hasil.CTRA[i,1]=LM.CTRA$s
  tatistic
  hasil.CTRA[i,2]=LM.CTRA$p
  .value
}
```

```
hasil.BSDE
hasil.PWON
hasil.LPKR
hasil.SMRA
hasil.CTRA
```

Lampiran 13. (b) Hasil Uji *Lagrange Multiplier*

```
#Saham BSDE ARMAX(1,1,2)
      chi-sq      p-value
[1,]  45.50183  1.524958e-11
[2,]  56.51960  5.332401e-13
[3,]  88.31783  0.000000e+00
[4,]  92.23815  0.000000e+00
[5,]  93.15926  0.000000e+00
[6,]  93.31852  0.000000e+00
[7,]  117.32210  0.000000e+00
[8,]  119.51212  0.000000e+00
[9,]  119.64179  0.000000e+00
[10,] 128.21889  0.000000e+00
```

```
#Saham PWON ARMAX(1,0,2)
      chi-sq      p-value
[1,]  17.03503  3.669649e-05
[2,]  17.47181  1.607109e-04
[3,]  18.51109  3.450054e-04
[4,]  18.46941  9.988354e-04
[5,]  18.82610  2.070870e-03
[6,]  19.13773  3.937236e-03
[7,]  21.34359  3.293548e-03
[8,]  24.60987  1.809602e-03
[9,]  25.32905  2.627952e-03
[10,] 25.49459  4.482829e-03
```

```
#Saham LPKR ARMAX(1,0,2)
      chi-sq      p-value
[1,]  15.24794  9.427978e-05
[2,]  19.39902  6.131361e-05
[3,]  36.60822  5.568881e-08
[4,]  43.99436  6.433103e-09
[5,]  44.99036  1.457437e-08
[6,]  46.02769  2.923211e-08
[7,]  52.12192  5.524274e-09
[8,]  52.52101  1.334908e-08
[9,]  52.55373  3.551240e-08
[10,] 52.60326  8.821611e-08
```

```
#Saham SMRA ARMAX(0,1,2)
      chi-sq      p-value
[1,]  0.0748317  0.7844275
[2,]  0.9842207  0.6113349
[3,]  1.0937876  0.7785740
[4,]  1.1061366  0.8932973
[5,]  1.1227765  0.9520679
[6,]  1.1357447  0.9799395
[7,]  1.4996275  0.9823226
[8,]  1.4987684  0.9927283
[9,]  1.5255231  0.9969530
[10,] 1.5277342  0.9988463
```

```
#Saham CTRA ARMAX(1,0,2)
      chi-sq      p-value
[1,]  38.09627  6.733876e-10
[2,]  39.02406  3.357634e-09
[3,]  39.04175  1.700675e-08
[4,]  39.10358  6.631541e-08
[5,]  39.11120  2.255539e-07
[6,]  39.11082  6.808369e-07
[7,]  39.65149  1.467626e-06
[8,]  39.79288  3.501217e-06
[9,]  39.76763  8.371562e-06
[10,] 39.80049  1.837164e-05
```

Lampiran 14. Sintaks R Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat Model ARMAX

```

residual=read.csv("D://Residuals.csv", sep=",", header
=TRUE)

#Saham BSDE ARMAX(1,1,2)
resBSDE=residual$V1
returnkuadrat1=resBSDE*resBSDE
win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
acf(returnkuadrat1,main="BSDE")
pacf(returnkuadrat1,main="BSDE")
#Saham PWON ARMAX(1,0,2)
resPWON=residual$V5
returnkuadrat2=resPWON*resPWON
win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
acf(returnkuadrat2,main="PWON")
pacf(returnkuadrat2,main="PWON")
#Saham LPKR ARMAX(1,0,2)
resLPKR=residual$V8
returnkuadrat3=resLPKR*resLPKR
win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
acf(returnkuadrat3,main="LPKR")
pacf(returnkuadrat3,main="LPKR")
#Saham SMRA ARMAX(0,1,2)
resCTRA=residual$V14
returnkuadrat4=resSMRA*resSMRA
win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
acf(returnkuadrat4,main="SMRA")
pacf(returnkuadrat4,main="SMRA")
#Saham CTRA ARMAX(1,0,2)
resSMRA=residual$V12
returnkuadrat5=resCTRA*resCTRA
win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
acf(returnkuadrat5,main="CTRA")
pacf(returnkuadrat5,main="CTRA")

```

Lampiran 15. (a) Sintaks R Estimasi Parameter Model ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,1,2), ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2), dan ARMAX(1,1,2)-GARCHX(0,1,2) Saham BSDE

```
data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnBSDE=data[,1]

#BSDE
library(rugarch)
spec.BSDE1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,1),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(1,1),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.BSDE1=ugarchfit(spec=spec.BSDE1,data=ret
urnBSDE,solver="nloptr")

spec.BSDE2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,1),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(1,0)
,external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.BSDE2=ugarchfit(spec=spec.BSDE2,data=ret
urnBSDE,solver="nloptr")

spec.BSDE3=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,1),include.mean=TRUE, external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(0,1)
,external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.BSDE3=ugarchfit(spec=spec.BSDE3,data=ret
urnBSDE,solver="nloptr")

garch.fit.BSDE1
garch.fit.BSDE2
garch.fit.BSDE3
```

**Lampiran 15. (b) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,1,2) Saham BSDE**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000516    0.000311    1.66101   0.096712
ar1     0.915468    0.021254   43.07371   0.000000
ma1     -0.949976    0.018373  -51.70467   0.000000
mxreg1   1.452511    0.051954   27.95762   0.000000
mxreg2  -0.345487    0.112085   -3.08237   0.002054
omega    0.000004    0.000002    1.72408   0.084693
alpha1   0.029992    0.005018    5.97701   0.000000
beta1    0.961555    0.004319  222.62711   0.000000
vxreg1   0.000266    0.000551    0.48334   0.628856
vxreg2   0.002178    0.001181    1.84497   0.065042

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000516    0.000303    1.70526   0.088146
ar1     0.915468    0.018134   50.48280   0.000000
ma1     -0.949976    0.011177  -84.99455   0.000000
mxreg1   1.452511    0.076712   18.93465   0.000000
mxreg2  -0.345487    0.119732   -2.88551   0.003908
omega    0.000004    0.000012    0.36041   0.718540
alpha1   0.029992    0.011676    2.56869   0.010208
beta1    0.961555    0.007916  121.46423   0.000000
vxreg1   0.000266    0.000881    0.30256   0.762221
vxreg2   0.002178    0.001882    1.15772   0.246977

LogLikelihood : 3866.295

Information Criteria
-----
Akaike      -4.7786
Bayes       -4.7452
Shibata     -4.7786
Hannan-Quinn -4.7662

```


**Lampiran 15. (c) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2) Saham BSDE**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.067571   0.000019   3550.262    0
ar1     0.367284   0.000062   5967.738    0
ma1     -0.494135   0.000122  -4063.861    0
mxreg1   1.080999   0.001137   951.026    0
mxreg2   1.573611   0.013255   118.721    0
omega    0.000146   0.000006    23.725    0
alpha1   1.000000   0.002360   423.753    0
vxreg1   0.000000   0.000278     0.000    1
vxreg2   0.480837   0.000556   865.567    0

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.067571   0.000019   3619.2009   0e+00
ar1     0.367284   0.000090   4072.3138   0e+00
ma1     -0.494135   0.000199  -2488.0543   0e+00
mxreg1   1.080999   0.001620   667.4545   0e+00
mxreg2   1.573611   0.048452    32.4776   0e+00
omega    0.000146   0.000029     4.9938   1e-06
alpha1   1.000000   0.002512   398.1026   0e+00
vxreg1   0.000000   0.001149     0.0000   1e+00
vxreg2   0.480837   0.001762   272.9411   0e+00

LogLikelihood : 1314.191

Information Criteria
-----
Akaike      -1.6173
Bayes       -1.5873
Shibata     -1.6174
Hannan-Quinn -1.6062

```

**Lampiran 15. (d) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,1,2)-GARCHX(0,1,2) Saham BSDE**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000361    0.000345    1.0461e+00 0.295507
ar1     0.923527    0.009648    9.5723e+01 0.000000
ma1     -0.955746    0.001048   -9.1193e+02 0.000000
mxreg1   1.423426    0.049251    2.8901e+01 0.000000
mxreg2  -0.363247    0.119119   -3.0494e+00 0.002293
omega    0.000001    0.000000    2.5636e+02 0.000000
beta1    0.996081    0.000002    4.0319e+05 0.000000
vxreg1   0.000753    0.000002    4.2198e+02 0.000000
vxreg2   0.000001    0.000004    2.0045e-01 0.841129

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000361    0.000400    9.0114e-01 0.367512
ar1     0.923527    0.015215    6.0697e+01 0.000000
ma1     -0.955746    0.000424   -2.2539e+03 0.000000
mxreg1   1.423426    0.078833    1.8056e+01 0.000000
mxreg2  -0.363247    0.137584   -2.6402e+00 0.008286
omega    0.000001    0.000000    1.4434e+02 0.000000
beta1    0.996081    0.000006    1.6697e+05 0.000000
vxreg1   0.000753    0.000002    3.8037e+02 0.000000
vxreg2   0.000001    0.000021    3.6013e-02 0.971272

LogLikelihood : 3840.635

Information Criteria
-----
Akaike      -4.7480
Bayes       -4.7180
Shibata     -4.7481
Hannan-Quinn -4.7369

```

Lampiran 15. (e) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,1,2) Saham BSDE

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic  p-value
Lag[1]                          0.01344  0.9077
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5]        1.00880  1.0000
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9]        1.90304  0.9882
d.o.f=2
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 15. (f) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2) Saham BSDE

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic  p-value
Lag[1]                          44.88  2.092e-11
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5]        49.41  0.000e+00
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9]        54.89  0.000e+00
d.o.f=2
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 15. (g) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(0,1,2) Saham BSDE

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic  p-value
Lag[1]                          0.268  0.6047
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5]        2.696  0.6652
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9]        4.085  0.6709
d.o.f=2
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 16. (a) Sintaks R Estimasi Parameter Model
 ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX
 (1,0,2), dan ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham PWON

```
data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnPWON=data[,2]

#PWON
library(rugarch)
spec.PWON1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(1,1),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.PWON1=ugarchfit(spec=spec.PWON1,data=ret
urnPWON,solver="nloptr")

spec.PWON2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(1,0),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.PWON2=ugarchfit(spec=spec.PWON2,data=ret
urnPWON,solver="nloptr")

spec.PWON3=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(0,1),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.PWON3=ugarchfit(spec=spec.PWON3,data=ret
urnPWON,solver="nloptr")

garch.fit.PWON1
garch.fit.PWON2
garch.fit.PWON3
```

**Lampiran 16. (b) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) Saham PWON**

```

*-----*
*                GARCH Model Fit                *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000969    0.000512    1.89363   0.058274
ar1     -0.004278    0.026593   -0.16088   0.872186
mxreg1   1.037198    0.049425   20.98544   0.000000
mxreg2  -0.493604    0.125965   -3.91859   0.000089
omega    0.000008    0.000004    2.06294   0.039118
alpha1   0.082339    0.023348    3.52664   0.000421
beta1    0.911976    0.026387   34.56133   0.000000
vxreg1   0.000135    0.000568    0.23811   0.811795
vxreg2   0.002191    0.001450    1.51124   0.130727

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000969    0.000631    1.53491   0.124805
ar1     -0.004278    0.028118   -0.15216   0.879064
mxreg1   1.037198    0.082049   12.64124   0.000000
mxreg2  -0.493604    0.166900   -2.95748   0.003102
omega    0.000008    0.000015    0.53361   0.593611
alpha1   0.082339    0.072771    1.13149   0.257851
beta1    0.911976    0.063925   14.26643   0.000000
vxreg1   0.000135    0.000725    0.18645   0.852090
vxreg2   0.002191    0.002875    0.76205   0.446031

LogLikelihood : 3846.307

Information Criteria
-----
Akaike      -4.7550
Bayes       -4.7250
Shibata     -4.7551
Hannan-Quinn -4.7439

```

**Lampiran 16. (c) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) Saham PWON**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.062384    0.000031  2001.9186  0.0000
ar1     -0.229752    0.003851  -59.6593  0.0000
mxreg1   1.555124    0.025914   60.0106  0.0000
mxreg2  -0.174192    0.136105   -1.2798  0.2006
omega    0.002312    0.000020  113.3204  0.0000
alpha1   1.000000    0.006455   154.9245  0.0000
vxreg1   0.128735    0.000104  1237.5842  0.0000
vxreg2   0.000000    0.008904    0.0000  1.0000

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.062384    0.000091  686.7908  0.00000
ar1     -0.229752    0.005110  -44.9626  0.00000
mxreg1   1.555124    0.039166   39.7059  0.00000
mxreg2  -0.174192    0.123874   -1.4062  0.15966
omega    0.002312    0.000025   91.9911  0.00000
alpha1   1.000000    0.004764  209.8887  0.00000
vxreg1   0.128735    0.000227  568.0253  0.00000
vxreg2   0.000000    0.022811    0.0000  1.00000

LogLikelihood : 1663.2

Information Criteria
-----
Akaike        -2.0511
Bayes         -2.0244
Shibata       -2.0511
Hannan-Quinn  -2.0411

```

**Lampiran 16. (d) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham PWON**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error    t value  Pr(>|t|)
mu      0.000807   0.000536     1.50567  0.132153
ar1     -0.023486   0.024696    -0.95102  0.341593
mxreg1   1.091973   0.049811    21.92235  0.000000
mxreg2  -0.519970   0.130553    -3.98284  0.000068
omega    0.000002   0.000000    104.06282  0.000000
beta1    0.994224   0.000092   10760.70210  0.000000
vxreg1   0.000000   0.000008     0.00000  1.000000
vxreg2   0.002840   0.000238    11.94717  0.000000

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error    t value  Pr(>|t|)
mu      0.000807   0.000494     1.63141  0.102803
ar1     -0.023486   0.032154    -0.73043  0.465129
mxreg1   1.091973   0.075532    14.45707  0.000000
mxreg2  -0.519970   0.150014    -3.46614  0.000528
omega    0.000002   0.000000    51.08250  0.000000
beta1    0.994224   0.000158   6297.88372  0.000000
vxreg1   0.000000   0.000010     0.00000  1.000000
vxreg2   0.002840   0.000409     6.94085  0.000000

LogLikelihood : 3841.758

Information Criteria
-----
Akaike      -4.7506
Bayes       -4.7239
Shibata     -4.7507
Hannan-Quinn -4.7407

```

Lampiran 16. (e) Hasil Uji White Noise ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2) Saham PWON

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.02477	0.8749
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	0.02573	1.0000
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	2.17649	0.6601
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 16. (f) Hasil Uji White Noise ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2) Saham PWON

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	38.76	4.781e-10
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	39.56	0.000e+00
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	42.03	0.000e+00
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 16. (g) Hasil Uji White Noise ARMAX(1,1,2)-GARCHX(0,1,2) Saham PWON

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.0003876	0.9843
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	0.0342697	1.0000
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	3.8785430	0.2454
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 17. (a) Sintaks R Estimasi Parameter Model
 ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX
 (1,0,2), dan ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham LPKR

```
data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnLPKR=data[,3]

#LPKR
library(rugarch)
spec.LPKR1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(1,1),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.LPKR1=ugarchfit(spec=spec.LPKR1,data=ret
urnLPKR,solver="nloptr")

spec.LPKR2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(1,0),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.LPKR2=ugarchfit(spec=spec.LPKR2,data=ret
urnLPKR,solver="nloptr")

spec.LPKR3=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(0,1),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.LPKR3=ugarchfit(spec=spec.LPKR3,data=ret
urnLPKR,solver="nloptr")

garch.fit.LPKR1
garch.fit.LPKR2
garch.fit.LPKR3
```

**Lampiran 17. (b) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) Saham LPKR**

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000427    0.000547    0.780875  0.434876
ar1     0.090869    0.027065    3.357413  0.000787
mxreg1  1.024250    0.049089   20.865301  0.000000
mxreg2 -0.368545    0.112335   -3.280776  0.001035
omega   0.000019    0.000010    1.925083  0.054219
alpha1  0.051242    0.017209    2.977585  0.002905
beta1   0.909928    0.035069   25.947049  0.000000
vxreg1  0.000000    0.000538    0.000002  0.999998
vxreg2  0.000000    0.001254    0.000000  1.000000

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000427    0.000507    0.843140  0.399150
ar1     0.090869    0.027650    3.286384  0.001015
mxreg1  1.024250    0.076306   13.422919  0.000000
mxreg2 -0.368545    0.133624   -2.758072  0.005814
omega   0.000019    0.000030    0.618384  0.536322
alpha1  0.051242    0.054453    0.941034  0.346688
beta1   0.909928    0.114251    7.964304  0.000000
vxreg1  0.000000    0.000928    0.000001  0.999999
vxreg2  0.000000    0.002927    0.000000  1.000000

LogLikelihood : 3968.449

Information Criteria
-----
Akaike      -4.9064
Bayes       -4.8763
Shibata     -4.9064
Hannan-Quinn -4.8952

```

**Lampiran 17. (c) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) Saham LPKR**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error    t value  Pr(>|t|)
mu      0.045212    0.000008   5346.23164  0.00000
ar1     0.093710    0.000045  2081.51432  0.00000
mxreg1   1.016231    0.000222  4572.71222  0.00000
mxreg2  -0.329745    0.000099 -3339.47041  0.00000
omega    0.000000    0.000001    0.12164  0.90318
alpha1   1.000000    0.000301  3320.09691  0.00000
vxreg1   0.000000    0.000000    0.00000  1.00000
vxreg2   0.000063    0.000000  2441.63922  0.00000

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error    t value  Pr(>|t|)
mu      0.045212    1.227669    0.036828  0.97062
ar1     0.093710   14.648154    0.006397  0.99490
mxreg1   1.016231   61.576110    0.016504  0.98683
mxreg2  -0.329745   25.909436   -0.012727  0.98985
omega    0.000000    0.351505    0.000000  1.00000
alpha1   1.000000   73.457277    0.013613  0.98914
vxreg1   0.000000    0.105307    0.000000  1.00000
vxreg2   0.000063    0.004575    0.013849  0.98895

LogLikelihood : -1899.913

Information Criteria
-----
Akaike          2.3642
Bayes           2.3909
Shibata         2.3642
Hannan-Quinn    2.3741

```

Lampiran 17. (d) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham LPKR

```

*-----*
*                GARCH Model Fit                *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000205    0.000613    0.33389  0.738461
ar1     0.097838    0.025059    3.90431  0.000094
mxreg1  1.029458    0.050410   20.42155  0.000000
mxreg2 -0.324126    0.127068   -2.55080  0.010748
omega   0.000002    0.000000  1869.38936  0.000000
beta1   0.994889    0.001070   930.05320  0.000000
vxreg1  0.000412    0.000707    0.58298  0.559903
vxreg2  0.000000    0.000681    0.00000  1.000000

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000205    0.003248    0.063046  0.949730
ar1     0.097838    0.057260    1.708677  0.087511
mxreg1  1.029458    0.296959    3.466670  0.000527
mxreg2 -0.324126    0.878438   -0.368979  0.712143
omega   0.000002    0.000000  89.241908  0.000000
beta1   0.994889    0.017660   56.334698  0.000000
vxreg1  0.000412    0.011769    0.035026  0.972059
vxreg2  0.000000    0.011329    0.000000  1.000000

LogLikelihood : 3936.242

Information Criteria
-----
Akaike      -4.8677
Bayes       -4.8410
Shibata     -4.8678
Hannan-Quinn -4.8578

```

Lampiran 17. (e) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2) Saham LPKR

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic p-value
Lag[1]                          0.06691  0.7959
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]        0.26911  0.9962
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]        2.10850  0.6799
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 17. (f) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2) Saham LPKR

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic p-value
Lag[1]                          1.792    0.1807
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]        1.902    0.2486
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]        2.148    0.6682
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 17. (g) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(0,1,2) Saham LPKR

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic p-value
Lag[1]                          0.004626  0.9458
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]        0.203434  0.9987
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]        2.909475  0.4544
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 18. (a) Sintaks R Estimasi Parameter Model
 ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX
 (1,0,2), dan ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham SMRA

```
data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnSMRA=data[, 4]

#SMRA
library(rugarch)
spec.SMRA1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(1,1),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.SMRA1=ugarchfit(spec=spec.SMRA1,data=ret
urnSMRA,solver="nloptr")

spec.SMRA2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(1,0),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.SMRA2=ugarchfit(spec=spec.SMRA2,data=ret
urnSMRA,solver="nloptr")

spec.SMRA3=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(0,1),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.SMRA3=ugarchfit(spec=spec.SMRA3,data=ret
urnSMRA,solver="nloptr")

garch.fit.SMRA1
garch.fit.SMRA2
garch.fit.SMRA3
```

**Lampiran 18. (b) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) Saham SMRA**

```

*-----*
*                GARCH Model Fit                *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.001284    0.000601    2.13476  0.032781
ma1     0.047920    0.027610    1.73560  0.082634
mxreg1   1.270510    0.063270   20.08088  0.000000
mxreg2  -0.329117    0.135517   -2.42860  0.015157
omega    0.000011    0.000005    2.29988  0.021455
alpha1   0.097260    0.007544   12.89279  0.000000
beta1    0.900233    0.012099   74.40658  0.000000
vxreg1   0.000246    0.000765    0.32089  0.748295
vxreg2   0.003789    0.002202    1.72049  0.085344

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.001284    0.000578    2.222920  0.026221
ma1     0.047920    0.065814    0.728107  0.466548
mxreg1   1.270510    0.121428   10.463110  0.000000
mxreg2  -0.329117    0.128889   -2.553483  0.010665
omega    0.000011    0.000032    0.355092  0.722521
alpha1   0.097260    0.023587    4.123490  0.000037
beta1    0.900233    0.043721   20.590602  0.000000
vxreg1   0.000246    0.004018    0.061106  0.951275
vxreg2   0.003789    0.003460    1.095132  0.273459

LogLikelihood : 3639.05

Information Criteria
-----
Akaike      -4.4982
Bayes       -4.4682
Shibata     -4.4983
Hannan-Quinn -4.4871

```

**Lampiran 18. (c) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) Saham SMRA**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu         0.101527   0.000025   4017.099     0
ma1        -0.002164   0.000000  -4650.488     0
mxreg1     1.281125   0.000285   4499.122     0
mxreg2    -0.353675   0.000076  -4625.617     0
omega      0.000007   0.000000    24.067     0
alpha1     1.000000   0.000215   4648.553     0
vxreg1     0.001137   0.000000   4622.490     0
vxreg2     0.002795   0.000001   4597.759     0

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu         0.101527   0.869902   0.116710   0.90709
ma1        -0.002164   0.029938  -0.072280   0.94238
mxreg1     1.281125   6.803845   0.188294   0.85065
mxreg2    -0.353675   1.625441  -0.217587   0.82775
omega      0.000007   0.032223   0.000202   0.99984
alpha1     1.000000   4.719769   0.211875   0.83220
vxreg1     0.001137   0.011225   0.101310   0.91931
vxreg2     0.002795   0.038664   0.072291   0.94237

LogLikelihood : 933.9247

Information Criteria
-----
Akaike         -1.1474
Bayes          -1.1207
Shibata        -1.1474
Hannan-Quinn  -1.1375

```


**Lampiran 18. (d) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham SMRA**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000625   0.000667    0.93594   0.349306
ma1     -0.004878   0.026742   -0.18242   0.855254
mxreg1   1.263293   0.061835   20.42996   0.000000
mxreg2  -0.347499   0.154228   -2.25316   0.024249
omega    0.000003   0.000000   830.00861   0.000000
beta1    0.995596   0.000162  6151.29262   0.000000
vxreg1   0.000000   0.000071    0.00000   1.000000
vxreg2   0.000849   0.000440    1.92771   0.053891

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000625   0.000575    1.08666   0.277188
ma1     -0.004878   0.022927   -0.21277   0.831508
mxreg1   1.263293   0.088312   14.30496   0.000000
mxreg2  -0.347499   0.127530   -2.72483   0.006433
omega    0.000003   0.000000  201.72511   0.000000
beta1    0.995596   0.000784 1270.41629   0.000000
vxreg1   0.000000   0.000180    0.00000   1.000000
vxreg2   0.000849   0.000987    0.85927   0.390193

LogLikelihood : 3540.124

Information Criteria
-----
Akaike          -4.3769
Bayes           -4.3502
Shibata         -4.3769
Hannan-Quinn   -4.3669

```

Lampiran 18. (e) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2) Saham SMRA

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic  p-value
Lag[1]                          2.237  0.134758
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]        4.287  0.002267
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]        7.294  0.014764
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 18. (f) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2) Saham SMRA

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic  p-value
Lag[1]                          8.181  4.233e-03
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]        8.208  1.493e-07
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]        8.725  3.835e-03
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 18. (g) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(0,1,2) Saham SMRA

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic  p-value
Lag[1]                          4.193e-05  0.99483
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]        3.383e+00  0.01618
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]        5.645e+00  0.06288
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 19. (a) Sintaks R Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), dan ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham CTRA

```
data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnCTRA=data[,5]

#CTRA
library(rugarch)
spec.CTRA1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(1,1),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.CTRA1=ugarchfit(spec=spec.CTRA1,data=ret
urnCTRA,solver="nloptr")

spec.CTRA2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(1,0),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.CTRA2=ugarchfit(spec=spec.CTRA2,data=ret
urnCTRA,solver="nloptr")

spec.CTRA3=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE, external.regressors=X)
,variance.model=list(garchOrder=c(0,1),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.CTRA3=ugarchfit(spec=spec.CTRA3,data=ret
urnCTRA,solver="nloptr")

garch.fit.CTRA1
garch.fit.CTRA2
garch.fit.CTRA3
```

**Lampiran 19. (b) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) Saham CTRA**

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000407    0.000609    0.66755   0.504419
ar1     -0.089973    0.030411   -2.95855   0.003091
mxreg1   1.311255    0.070130   18.69739   0.000000
mxreg2  -0.223052    0.156154   -1.42841   0.153174
omega    0.000028    0.000008    3.33827   0.000843
alpha1   0.109696    0.021178    5.17970   0.000000
beta1    0.878039    0.019231   45.65796   0.000000
vxreg1   0.002580    0.000983    2.62463   0.008674
vxreg2   0.000000    0.003466    0.00000   1.000000

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000407    0.001200    0.33898   0.734621
ar1     -0.089973    0.068624   -1.31110   0.189823
mxreg1   1.311255    0.112443   11.66147   0.000000
mxreg2  -0.223052    0.189064   -1.17977   0.238092
omega    0.000028    0.000015    1.90069   0.057342
alpha1   0.109696    0.109350    1.00317   0.315781
beta1    0.878039    0.067463   13.01519   0.000000
vxreg1   0.002580    0.001683    1.53311   0.125248
vxreg2   0.000000    0.005205    0.00000   1.000000

LogLikelihood : 3422.478

Information Criteria
-----
Akaike      -4.2298
Bayes       -4.1998
Shibata     -4.2299
Hannan-Quinn -4.2187

```

**Lampiran 19. (c) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) Saham CTRA**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.071859    0.000007   9843.6272   0.00000
ar1     -0.047241    0.000054  -878.7858   0.00000
mxreg1   1.420981    0.001296  1096.6461   0.00000
mxreg2  -0.182121    0.000205  -887.6506   0.00000
omega    0.000000    0.000000    0.6406   0.52179
alpha1   0.999649    0.001588   629.4025   0.00000
vxreg1   0.000122    0.000000   893.0740   0.00000
vxreg2   0.000206    0.000000   604.9602   0.00000

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.071859    0.000012  5910.95432   0.0000
ar1     -0.047241    0.000060  -782.05996   0.0000
mxreg1   1.420981    0.003466   409.99426   0.0000
mxreg2  -0.182121    0.000176 -1036.44090   0.0000
omega    0.000000    0.000001    0.28558   0.7752
alpha1   0.999649    0.000889   1124.96832   0.0000
vxreg1   0.000122    0.000000  1338.61997   0.0000
vxreg2   0.000206    0.000000  1018.25950   0.0000

LogLikelihood : -130.731

Information Criteria
-----
Akaike          0.17191
Bayes           0.19861
Shibata         0.17186
Hannan-Quinn    0.18182

```

**Lampiran 19. (d) Hasil Estimasi Parameter Model
ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) Saham CTRA**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000670    0.000710    0.94409   0.34512
ar1     -0.039915    0.024977   -1.59810   0.11002
mxreg1   1.424113    0.066926   21.27897   0.00000
mxreg2  -0.189682    0.167181   -1.13459   0.25655
omega    0.000004    0.000000  46858.69128 0.00000
beta1    0.995034    0.000158  6285.84387 0.00000
vxreg1   0.000047    0.000057    0.82176   0.41121
vxreg2   0.000000    0.000336    0.00000   1.00000

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000670    0.000764    0.87695   0.38052
ar1     -0.039915    0.034540   -1.15563   0.24783
mxreg1   1.424113    0.076392   18.64209   0.00000
mxreg2  -0.189682    0.182963   -1.03672   0.29986
omega    0.000004    0.000000 16756.60505 0.00000
beta1    0.995034    0.000443  2245.70313 0.00000
vxreg1   0.000047    0.000144    0.32837   0.74263
vxreg2   0.000000    0.000849    0.00000   1.00000

LogLikelihood : 3383.698

Information Criteria
-----
Akaike      -4.1830
Bayes       -4.1563
Shibata     -4.1831
Hannan-Quinn -4.1731

```

Lampiran 19. (e) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2) Saham CTRA

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic p-value
Lag[1]                          1.816   0.1778
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]        1.985   0.2185
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]        4.369   0.1726
d.o.f=1
H0 : No serial correlation
  
```

Lampiran 19. (f) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(1,0,2) Saham CTRA

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic p-value
Lag[1]                          0.0006223 0.9801
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]        0.0009340 1.0000
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]        0.0018714 1.0000
d.o.f=1
H0 : No serial correlation
  
```

Lampiran 19. (g) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,1,2)-GARCHX(0,1,2) Saham CTRA

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic p-value
Lag[1]                          2.225e-06 0.9988
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]        4.183e-02 1.0000
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]        1.555e+00 0.8330
d.o.f=1
H0 : No serial correlation
  
```

Lampiran 20. (a) Sintaks R Estimasi Parameter Model ARMAX-GARCHX Terbaik pada kelima Saham

```
data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnBSDE=data[,1]
returnPWON=data[,2]
returnLPKR=data[,3]
returnSMRA=data[,4]
returnCTRA=data[,5]
a=matrix(data[,6])
b=matrix(data[,7])
X=cbind(a,b)

#BSDE
library(rugarch)
spec.BSDE1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0), include.mean=FALSE, external.regressors=NULL), variance.model=list(garchOrder=c(0,1), external.regressors=b), distribution.model="norm")
garch.fit.BSDE1=ugarchfit(spec=spec.BSDE1, data=returnBSDE, solver="nloptr")
garch.fit.BSDE1

#PWON
library(rugarch)
spec.PWON1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0), include.mean=FALSE, external.regressors=NULL), variance.model=list(garchOrder=c(0,1), external.regressors=b), distribution.model="norm")
garch.fit.PWON1=ugarchfit(spec=spec.PWON1, data=returnPWON, solver="nloptr")
garch.fit.PWON1

#LPKR
library(rugarch)
spec.LPKR1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0), include.mean=FALSE, external.regressors=X), variance.model=list(garchOrder=c(1,1), external.regressors=a), distribution.model="norm")
garch.fit.LPKR1=ugarchfit(spec=spec.LPKR1, data=returnLPKR, solver="nloptr")
garch.fit.LPKR1
```


Lampiran 20. (b) (Lanjutan)

```
#SMRA
library(rugarch)
spec.SMRA1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0),
include.mean=FALSE, external.regressors=NULL),
variance.model=list(garchOrder=c(0,1),
external.regressors=b),distribution.model="norm")
garch.fit.SMRA1=ugarchfit(spec=spec.SMRA1,data=returnSMR
A,solver="nloptr")
garch.fit.SMRA1

#CTRA
library(rugarch)
spec.CTRA1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0),i
nclude.mean=TRUE, external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(1,1),
external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fit.CTRA1=ugarchfit(spec=spec.CTRA1,data=returnCTRA
A,solver="nloptr")
garch.fit.CTRA1

#CTRA 3 percobaan di window 250
window = 250
for (i in window:(window+4))
{
returnCTRA1=data[,5]
a=matrix(data[(i-window+1):i,6])
b=matrix(data[(i-window+1):i,7])
X=cbind(a,b)
library(rugarch)
spec.CTRA=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0),in
clude.mean=FALSE,
external.regressors=NULL),variance.model=list(garchOrder
=c(0,1),external.regressors=b),distribution.model="norm"
)
garch.fit.CTRA1=ugarchfit(spec=spec.CTRA,data=returnCTRA
1[(i-window+1):i],solver="nloptr")
print(garch.fit.CTRA1)
}
```

Lampiran 20. (c) Hasil Estimasi Parameter Model
GARCHX(0,1,1) dengan Eksogen=Kurs pada Saham BSDE

```

*-----*
*                GARCH Model Fit                *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
omega    0.000002    0.000000   957.4862   0.0e+00
beta1    0.996586    0.000149  6699.1895   0.0e+00
vxreg1   0.000169    0.000040    4.1903   2.8e-05

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
omega    0.000002    0.000000   527.0329   0.000000
beta1    0.996586    0.000294  3384.8015   0.000000
vxreg1   0.000169    0.000067    2.5377   0.011157

LogLikelihood : 3478.498

Information Criteria
-----

Akaike      -4.3067
Bayes       -4.2967
Shibata     -4.3067
Hannan-Quinn -4.3030

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic p-value
Lag[1]                                0.5331  0.4653
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]             1.2157  0.4333
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]             2.8754  0.4303
d.o.f=0
H0 : No serial correlation

```

**Lampiran 20. (d) Hasil Estimasi Parameter Model
GARCHX(0,1,1) dengan Eksogen=Kurs pada Saham PWON**

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
omega    0.000002   0.0e+00     9.8675     0
beta1    0.995397   2.5e-05  39434.0060   0
vxreg1   0.004580   1.1e-05   414.1323     0

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
omega    0.000002   0.000001     2.4183  0.015592
beta1    0.995397   0.000102  9711.7726  0.000000
vxreg1   0.004580   0.000022   210.3172  0.000000

LogLikelihood : 3588.664

Information Criteria
-----
Akaike      -4.4432
Bayes       -4.4332
Shibata     -4.4432
Hannan-Quinn -4.4395

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                        statistic p-value
Lag[1]                0.003381  0.9536
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1] [2] 0.278779  0.8076
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1] [5] 2.893052  0.4269
d.o.f=0
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 20. (e) Hasil Estimasi Parameter Model
 ARMAX(1,0,2) Eksogen= IHSG dan Kurs ,GARCHX(0,1,1)
 Eksogen=IHSG pada Saham LPKR

```

*-----*
*              GARCH Model Fit              *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
ar1      0.095401    0.025759    3.7036  0.000213
mxreg1    1.016844    0.047126   21.5769  0.000000
mxreg2   -0.365105    0.110423   -3.3064  0.000945
omega     0.000002    0.000001    2.2178  0.026569
alpha1    0.019499    0.000063  308.1897  0.000000
beta1     0.976336    0.001237  788.9749  0.000000
vxreg1    0.000553    0.000270    2.0469  0.040666

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
ar1      0.095401    0.026790    3.56106  0.000369
mxreg1    1.016844    0.076294   13.32805  0.000000
mxreg2   -0.365105    0.128575   -2.83962  0.004517
omega     0.000002    0.000003    0.65625  0.511661
alpha1    0.019499    0.002503    7.79054  0.000000
beta1     0.976336    0.002024  482.44633  0.000000
vxreg1    0.000553    0.000436    1.26694  0.205175

LogLikelihood : 3960.318

Information Criteria
-----
Akaike      -4.8988
Bayes       -4.8754
Shibata     -4.8988
Hannan-Quinn -4.8901

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                        statistic p-value
Lag[1]                        0.001936  0.9649
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]    0.544524  0.9528
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]    2.646585  0.5251
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

**Lampiran 20. (f) Hasil Estimasi Parameter Model
GARCHX(0,1,1) dengan Eksogen=Kurs pada Saham SMRA**

```

*-----*
*           GARCH Model Fit           *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
omega    0.000009   0.000000    756.3     0
beta1    0.988899   0.000344   2874.4     0
vxreg1    0.007913   0.000062   128.5     0

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
omega    0.000009   0.000000    316.53    0
beta1    0.988899   0.001278    773.72    0
vxreg1    0.007913   0.000052   151.44    0

LogLikelihood : 3337.108

Information Criteria
-----
Akaike      -4.1315
Bayes       -4.1215
Shibata     -4.1315
Hannan-Quinn -4.1278

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic p-value
Lag[1]                                0.4785  0.4891
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]      1.1635  0.4481
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]      1.9650  0.6267
d.o.f=0
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 20. (g) Hasil Estimasi Parameter Model
 ARMAX(1,0,1) Eksogen= Kurs, GARCHX(1,0,2)
 Eksogen=IHSG dan Kurs pada Saham CTRA

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
mu      Estimate Std. Error  t value Pr(>|t|)
ar1     -0.028087  0.000006 -4978.5740 0
mxreg1  -1.204091  0.000242 -4977.0352 0
omega   0.000002  0.000000  9.0022 0
alpha1  1.000000  0.000191 5235.4086 0
vxreg1  0.000162  0.000000 2938.9619 0
vxreg2  0.000967  0.000000 2929.2122 0

Robust Standard Errors:
      Estimate Std. Error  t value Pr(>|t|)
mu      0.085211  0.470066  0.181275 0.85615
ar1     -0.028087  0.414703 -0.067727 0.94600
mxreg1  -1.204091  9.853176 -0.122203 0.90274
omega   0.000002  0.014963  0.000146 0.99988
alpha1  1.000000  10.459895  0.095603 0.92384
vxreg1  0.000162  0.000801  0.202099 0.83984
vxreg2  0.000967  0.004691  0.206192 0.83664

LogLikelihood : -22.18456

Information Criteria
-----
Akaike      0.036164
Bayes       0.059526
Shibata     0.036127
Hannan-Quinn 0.044835

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                        statistic p-value
Lag[1]                0.1458  0.7025
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2] 0.1501  0.9996
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 0.1615  0.9999
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 20. (h) Hasil Estimasi pada *Window 250* Parameter Model GARCHX(0,1,1) Eksogen=Kurs Saham CTRA Ulangan 1

```

*                GARCH Model Fit                *
*-----*
Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
omega  0.000009   0.000000   39.994    0
beta1  1.000000   0.000396  2525.634  0
vxreg1 0.067849   0.000154  439.387  0

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
omega  0.000009   0.000001   11.002    0
beta1  1.000000   0.001369   730.715   0
vxreg1 0.067849   0.000325   208.939   0

LogLikelihood : 418.8393

Information Criteria
-----
Akaike      -3.3267
Bayes       -3.2845
Shibata     -3.3270
Hannan-Quinn -3.3097

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                        statistic p-value
Lag[1]                0.1435  0.7049
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2] 0.1494  0.8862
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 0.5445  0.9506
d.o.f=0
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 20. (i) Hasil Estimasi pada *Window 250* Parameter Model GARCHX(0,1,1) Eksogen=Kurs Saham CTRA Ulangan 2

```

*-----*
*              GARCH Model Fit              *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
omega    0.000011   0.000001    12.602      0
beta1    1.000000   0.000149  6693.558      0
vxreg1   0.077516   0.000061  1273.850      0

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
omega    0.000011   0.000004    3.0629  0.002192
beta1    1.000000   0.000630  1586.8999  0.000000
vxreg1   0.077516   0.000452   171.4590  0.000000

LogLikelihood : 419.663

Information Criteria
-----
Akaike          -3.3333
Bayes           -3.2910
Shibata         -3.3336
Hannan-Quinn    -3.3163

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                        statistic   p-value
Lag[1]                0.2226    0.6371
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2] 0.2524    0.8228
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 0.7511    0.9129
d.o.f=0
H0 : No serial correlation

```


Lampiran 20. (j) Hasil Estimasi pada Window 250 Parameter Model GARCHX(0,1,1) Eksogen=Kurs Saham CTRA Ulangan 3

```

*-----*
*           GARCH Model Fit           *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : SGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
omega    0.000009   0.000000    57.013     0
beta1    1.000000   0.000376  2661.235     0
vxreg1   0.092593   0.000131  706.699     0

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
omega    0.000009   0.000000    25.785     0
beta1    1.000000   0.000928  1077.744     0
vxreg1   0.092593   0.000652   142.003     0

LogLikelihood : 424.4242

Information Criteria
-----
Akaike          -3.3714
Bayes           -3.3291
Shibata         -3.3717
Hannan-Quinn    -3.3544

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
                                statistic p-value
Lag[1]                                0.4782  0.4892
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]             0.6180  0.6407
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]             1.3212  0.7837
d.o.f=0
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 21. Sintaks R Estimasi VaR Saham BSDE

```

data=read.csv("D://DATA.csv",sep=";",header=TRUE)
returnBSDE=data[,1]
X=cbind(data[,6],data[,7])

library(tseries)
TBSDE = length(returnBSDE)
window = 250
tau = 0.05
z.alpha = qnorm(tau,0,1)
z.alpha2 = qnorm(1-tau,0,1)

library(rugarch)
Loss.garch=0
Prof.garch=0
VaR.garch=rep(0,TBSDE)
VaR.garch2=rep(0,TBSDE)

#RISIKO
for (i in window:(TBSDE-1))
{
print(i)
bb=matrix(data[(i-window+1):i,7])
spec.BSDE=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0),include.mean=FALSE,external.regressors=NULL),variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=bb),distribution.model="norm")
modelgarch.fit.BSDE=ugarchfit(spec=spec.BSDE,data=returnBSDE[(i-window+1):i],solver="nloptr")
mean.garch      = 0
sd.garch        = sigma(modelgarch.fit.BSDE)[window]
VaR.garch[i+1] = mean.garch+(sd.garch*z.alpha)
if(VaR.garch[i+1] > returnBSDE[i+1])
Loss.garch=Loss.garch+1
}
var.garch.out=matrix(VaR.garch[(window+1):TBSDE],ncol=1)
ES.garch=Loss.garch/(TBSDE-window)
win.graph()
return.out=matrix(returnBSDE[(window+1):TBSDE],ncol=1)
VaR.garch.out
=
matrix(VaR.garch[(window+1):TBSDE],ncol=1)
plot(return.out,col="black",ylim=c(-0.25,0.25),ylab="Return",xlab="Time")
t.garch = matrix(1:nrow(return.out))
dat.garch = matrix(c(t.garch,return.out),ncol=2)
dat.VaR.garch= matrix(c(t.garch, VaR.garch.out),ncol=2)
lines(VaR.garch.out,col="blue",lwd=2)

```

Lampiran 21.(Lanjutan)

```

exceed.garch=matrix(dat.garch[dat.VaR.garch[,2]>dat.garch[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch,col="red",cex=0.5,lwd=1,pch=19)

#PROFIT
for (i in window:(TBSDE-1))
{
print(i)
bb=matrix(data[(i-window+1):i,7])
spec.BSDE2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0),include.mean=FALSE,external.regressors=NULL),variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=bb),distribution.model="norm")
modelgarch.fit.BSDE2=ugarchfit(spec=spec.BSDE2,data=returnBSDE[(i-window+1):i],solver="nloptr")
mean.garch2      = 0
sd.garch2        = sigma(modelgarch.fit.BSDE2)[window]
VaR.garch2[i+1]  = mean.garch2+(sd.garch2*z.alpha2)
if(VaR.garch2[i+1] < returnBSDE[i+1])
Prof.garch=Prof.garch+1
}
ES.garch2=Prof.garch/(TBSDE-window)
return.out2=matrix(returnBSDE[(window+1):TBSDE],ncol=1)
VaR.garch.out2=matrix(VaR.garch2[(window+1):TBSDE],ncol=1)
t.garch2          = matrix(1:nrow(return.out2))
dat.garch2         = matrix(c(t.garch2,return.out2),ncol=2)
dat.VaR.garch2     = matrix(c(t.garch2,VaR.garch.out2),ncol=2)
lines(VaR.garch.out2,col="green3",lwd=2)
exceed.garch2=matrix(dat.garch2[dat.VaR.garch2[,2]<dat.garch2[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch2,col="red",cex=0.5,lwd=1,pch=19)

#
a=cbind(VaR.garch.out,VaR.garch.out2)
#
write.csv(a,"D://Value-at-Risk//BSDE_01_b_250.csv")

```

Lampiran 22. Sintaks R Estimasi VaR Saham PWON

```

data=read.csv("D://DATA.csv",sep=";",header=TRUE)
returnPWON=data[,2]
X=cbind(data[,6],data[,7])

library(tseries)
TPWON = length(returnPWON)
window = 250/375/500
tau = 0.05
z.alpha = qnorm(tau,0,1)
z.alpha2 = qnorm(1-tau,0,1)

library(rugarch)
Loss.garch=0
Prof.garch=0
VaR.garch=rep(0,TPWON)
VaR.garch2=rep(0,TPWON)

#RISIKO
for (i in window:(TPWON-1))
{
print(i)
bb=matrix(data[(i-window+1):i,7])
spec.PWON=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0),include.mean=FALSE,external.regressors=NULL),variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=bb),distribution.model="norm")
modelgarch.fit.PWON=ugarchfit(spec=spec.PWON,data=returnPWON[(i-window+1):i],solver="nloptr")
mean.garch      = 0
sd.garch        = sigma(modelgarch.fit.PWON)[window]
VaR.garch[i+1]  = mean.garch+(sd.garch*z.alpha)
if(VaR.garch[i+1] > returnPWON[i+1])
Loss.garch=Loss.garch+1
}
var.garch.out=matrix(VaR.garch[(window+1):TPWON],ncol=1)
ES.garch=Loss.garch/(TPWON-window)
win.graph()
return.out=matrix(returnPWON[(window+1):TPWON],ncol=1)
VaR.garch.out
=
matrix(VaR.garch[(window+1):TPWON],ncol=1)
plot(return.out,col="black",ylim=c(-0.25,0.25),ylab="Return",xlab="Time")
t.garch = matrix(1:nrow(return.out))
dat.garch = matrix(c(t.garch,return.out),ncol=2)
dat.VaR.garch= matrix(c(t.garch, VaR.garch.out),ncol=2)
lines(VaR.garch.out,col="blue",lwd=2)

```

Lampiran 22. (Lanjutan)

```

exceed.garch=matrix(dat.garch[dat.VaR.garch[,2]>dat.garch[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch,col="red",cex=0.5,lwd=1,pch=19)

#PROFIT
for (i in window:(TPWON-1))
{
print(i)
bb=matrix(data[(i-window+1):i,7])
spec.PWON2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0),include.mean=FALSE,external.regressors=NULL),variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=bb),distribution.model="norm")
modelgarch.fit.PWON2=ugarchfit(spec=spec.PWON2,data=returnPWON[(i-window+1):i],solver="nloptr")
mean.garch2      = 0
sd.garch2        = sigma(modelgarch.fit.PWON2)[window]
VaR.garch2[i+1]  = mean.garch2+(sd.garch2*z.alpha2)
if (VaR.garch2[i+1] < returnPWON[i+1])
Prof.garch=Prof.garch+1
}
ES.garch2=Prof.garch/(TPWON-window)
return.out2=matrix(returnPWON[(window+1):TPWON],ncol=1)
VaR.garch.out2=matrix(VaR.garch2[(window+1):TPWON],ncol=1)
t.garch2          = matrix(1:nrow(return.out2))
dat.garch2         = matrix(c(t.garch2,return.out2),ncol=2)
dat.VaR.garch2    = matrix(c(t.garch2,VaR.garch.out2),ncol=2)
lines(VaR.garch.out2,col="green3",lwd=2)
exceed.garch2=matrix(dat.garch2[dat.VaR.garch2[,2]<dat.garch2[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch2,col="red",cex=0.5,lwd=1,pch=19)

#
a=cbind(VaR.garch.out,VaR.garch.out2)
#
write.csv(a,"D://Value-at-Risk//PWON_01_b_250.csv")

```

Lampiran 23. Sintaks R Estimasi VaR Saham LPKR

```

data=read.csv("D://DATA.csv", sep=";", header=TRUE)
returnLPKR=data[,3]

library(tseries)
TLPKR = length(returnLPKR)
window = 250/375/500
tau = 0.05
z.alpha = qnorm(tau,0,1)
z.alpha2 = qnorm(1-tau,0,1)

library(rugarch)
Loss.garch=0
Prof.garch=0
VaR.garch=rep(0,TLPKR)
VaR.garch2=rep(0,TLPKR)

#RISIKO
for (i in window:(TLPKR-1))
{
  print(i)
  a=matrix(data[(i-window+1):i,6])
  b=matrix(data[(i-window+1):i,7])
  X=cbind(a,b)
  spec.LPKR=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0), include.mean=FALSE, external.regressors=X), variance.model=list(garchOrder=c(1,1), external.regressors=a), distribution.model="norm")
  modelgarch.fit.LPKR=ugarchfit(spec=spec.LPKR, data=returnLPKR[(i-window+1):i], solver="nloptr")
  mean.garch = 0
  sd.garch = sigma(modelgarch.fit.LPKR)[window]
  VaR.garch[i+1] = mean.garch+(sd.garch*z.alpha)
  if(VaR.garch[i+1] > returnLPKR[i+1])
  Loss.garch=Loss.garch+1
}
var.garch.out=matrix(VaR.garch[(window+1):TLPKR], ncol=1)
ES.garch=Loss.garch/(TLPKR-window)
win.graph()
return.out=matrix(returnLPKR[(window+1):TLPKR], ncol=1)
VaR.garch.out =
matrix(VaR.garch[(window+1):TLPKR], ncol=1)
plot(return.out, col="black", ylim=c(-0.25,0.25), ylab="Return", xlab="Time")
t.garch = matrix(1:nrow(return.out))
dat.garch = matrix(c(t.garch, return.out), ncol=2)
dat.VaR.garch= matrix(c(t.garch, VaR.garch.out), ncol=2)
lines(VaR.garch.out, col="blue", lwd=2)

```

Lampiran 23. (Lanjutan)

```

exceed.garch=matrix(dat.garch[dat.VaR.garch[,2]>dat.garch[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch,col="red",cex=0.5,lwd=1,pch=19)

#PROFIT
for (i in window:(TPWON-1))
{
a=matrix(data[(i-window+1):i,6])
b=matrix(data[(i-window+1):i,7])
X=cbind(a,b)
spec.PWON2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0),include.mean=FALSE,external.regressors=X),variance.model=list(garchOrder=c(1,1),external.regressors=a),distribution.model="norm")
modelgarch.fit.PWON2=ugarchfit(spec=spec.PWON2,data=returnPWON[(i-window+1):i],solver="nloptr")
mean.garch2      = 0
sd.garch2        = sigma(modelgarch.fit.PWON2)[window]
VaR.garch2[i+1]  = mean.garch2+(sd.garch2*z.alpha2)
if(VaR.garch2[i+1] < returnPWON[i+1])
Prof.garch=Prof.garch+1
}
ES.garch2=Prof.garch/(TPWON-window)
return.out2=matrix(returnPWON[(window+1):TPWON],ncol=1)
VaR.garch.out2=matrix(VaR.garch2[(window+1):TPWON],ncol=1)
t.garch2        = matrix(1:nrow(return.out2))
dat.garch2      = matrix(c(t.garch2,return.out2),ncol=2)
dat.VaR.garch2  = matrix(c(t.garch2,VaR.garch.out2),ncol=2)
lines(VaR.garch.out2,col="green3",lwd=2)
exceed.garch2=matrix(dat.garch2[dat.VaR.garch2[,2]<dat.garch2[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch2,col="red",cex=0.5,lwd=1,pch=19)

#
a=cbind(VaR.garch.out,VaR.garch.out2)
#
write.csv(a,"D://Value-at-Risk//PWON 01 b 250.csv")

```

Lampiran 24. Sintaks R Estimasi VaR Saham SMRA

```

data=read.csv("D://DATA.csv",sep=";",header=TRUE)
returnSMRA=data[,4]
X=cbind(data[,6],data[,7])

library(tseries)
TSMRA = length(returnSMRA)
window = 250/375/500
tau = 0.05
z.alpha = qnorm(tau,0,1)
z.alpha2 = qnorm(1-tau,0,1)

library(rugarch)
Loss.garch=0
Prof.garch=0
VaR.garch=rep(0,TSMRA)
VaR.garch2=rep(0,TSMRA)

#RISIKO
for (i in window:(TSMRA-1))
{
print(i)
bb=matrix(data[(i-window+1):i,7])
spec.SMRA=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0),include.mean=FALSE,external.regressors=NULL),variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=bb),distribution.model="norm")
modelgarch.fit.SMRA=ugarchfit(spec=spec.SMRA,data=returnSMRA[(i-window+1):i],solver="nloptr")
mean.garch      = 0
sd.garch        = sigma(modelgarch.fit.SMRA)[window]
VaR.garch[i+1] = mean.garch+(sd.garch*z.alpha)
if(VaR.garch[i+1] > returnSMRA[i+1])
Loss.garch=Loss.garch+1
}
var.garch.out=matrix(VaR.garch[(window+1):TSMRA],ncol=1)
ES.garch=Loss.garch/(TSMRA-window)
win.graph()
return.out=matrix(returnSMRA[(window+1):TSMRA],ncol=1)
VaR.garch.out
=
matrix(VaR.garch[(window+1):TSMRA],ncol=1)
plot(return.out,col="black",ylim=c(-0.25,0.25),ylab="Return",xlab="Time")
t.garch = matrix(1:nrow(return.out))
dat.garch = matrix(c(t.garch,return.out),ncol=2)
dat.VaR.garch= matrix(c(t.garch, VaR.garch.out),ncol=2)
lines(VaR.garch.out,col="blue",lwd=2)

```


Lampiran 24. (Lanjutan)

```

exceed.garch=matrix(dat.garch[dat.VaR.garch[,2]>dat.garch[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch,col="red",cex=0.5,lwd=1,pch=19)

#PROFIT
for (i in window:(TSMRA-1))
{
print(i)
bb=matrix(data[(i-window+1):i,7])
spec.SMRA2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0),include.mean=FALSE,external.regressors=NULL),variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=bb),distribution.model="norm")
modelgarch.fit.SMRA2=ugarchfit(spec=spec.SMRA2,data=returnSMRA[(i-window+1):i],solver="nloptr")
mean.garch2      = 0
sd.garch2        = sigma(modelgarch.fit.SMRA2)[window]
VaR.garch2[i+1]  = mean.garch2+(sd.garch2*z.alpha2)
if (VaR.garch2[i+1] < returnSMRA[i+1])
Prof.garch=Prof.garch+1
}
ES.garch2=Prof.garch/(TSMRA-window)
return.out2=matrix(returnSMRA[(window+1):TSMRA],ncol=1)
VaR.garch.out2=matrix(VaR.garch2[(window+1):TSMRA],ncol=1)
t.garch2         = matrix(1:nrow(return.out2))
dat.garch2       = matrix(c(t.garch2,return.out2),ncol=2)
dat.VaR.garch2   = matrix(c(t.garch2,VaR.garch.out2),ncol=2)
lines(VaR.garch.out2,col="green3",lwd=2)
exceed.garch2=matrix(dat.garch2[dat.VaR.garch2[,2]<dat.garch2[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch2,col="red",cex=0.5,lwd=1,pch=19)

#
a=cbind(VaR.garch.out,VaR.garch.out2)
#
write.csv(a,"D://Value-at-Risk//SMRA_01_b_250.csv")

```

Lampiran 25. Sintaks R Estimasi VaR Saham CTRA

```

data=read.csv("D://DATA.csv",sep=";",header=TRUE)
returnCTRA=data[,5]
X=cbind(data[,6],data[,7])

library(tseries)
TCTRA = length(returnCTRA)
window = 250/375/500
tau = 0.05
z.alpha = qnorm(tau,0,1)
z.alpha2 = qnorm(1-tau,0,1)

library(rugarch)
Loss.garch=0
Prof.garch=0
VaR.garch=rep(0,TCTRA)
VaR.garch2=rep(0,TCTRA)

#RISIKO
for (i in window:(TCTRA-1))
{
  print(i)
  bb=matrix(data[(i-window+1):i,7])
  spec.CTRA=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0),include.mean=FALSE,external.regressors=NULL),variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=bb),distribution.model="norm")
  modelgarch.fit.CTRA=ugarchfit(spec=spec.CTRA,data=returnCTRA[(i-window+1):i],solver="nloptr")
  mean.garch = 0
  sd.garch = sigma(modelgarch.fit.CTRA)[window]
  VaR.garch[i+1] = mean.garch+(sd.garch*z.alpha)
  if(VaR.garch[i+1] > returnCTRA[i+1])
  Loss.garch=Loss.garch+1
}
var.garch.out=matrix(VaR.garch[(window+1):TCTRA],ncol=1)
ES.garch=Loss.garch/(TCTRA-window)
win.graph()
return.out=matrix(returnCTRA[(window+1):TCTRA],ncol=1)
VaR.garch.out =
matrix(VaR.garch[(window+1):TCTRA],ncol=1)
plot(return.out,col="black",ylim=c(-0.25,0.25),ylab="Return",xlab="Time")
t.garch = matrix(1:nrow(return.out))
dat.garch = matrix(c(t.garch,return.out),ncol=2)
dat.VaR.garch= matrix(c(t.garch, VaR.garch.out),ncol=2)
lines(VaR.garch.out,col="blue",lwd=2)

```

Lampiran 25. (Lanjutan)

```

exceed.garch=matrix(dat.garch[dat.VaR.garch[,2]>dat.garch[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch,col="red",cex=0.5,lwd=1,pch=19)

#PROFIT
for (i in window:(TCTRA-1))
{
print(i)
bb=matrix(data[(i-window+1):i,7])
spec.CTRA2=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,0),include.mean=FALSE,external.regressors=NULL),variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=bb),distribution.model="norm")
modelgarch.fit.CTRA2=ugarchfit(spec=spec.CTRA2,data=returnCTRA[(i-window+1):i],solver="nloptr")
mean.garch2      = 0
sd.garch2        = sigma(modelgarch.fit.CTRA2)[window]
VaR.garch2[i+1]  = mean.garch2+(sd.garch2*z.alpha2)
if (VaR.garch2[i+1] < returnCTRA[i+1])
Prof.garch=Prof.garch+1
}
ES.garch2=Prof.garch/(TCTRA-window)
return.out2=matrix(returnCTRA[(window+1):TCTRA],ncol=1)
VaR.garch.out2=matrix(VaR.garch2[(window+1):TCTRA],ncol=1)
t.garch2          = matrix(1:nrow(return.out2))
dat.garch2         = matrix(c(t.garch2,return.out2),ncol=2)
dat.VaR.garch2     = matrix(c(t.garch2,VaR.garch.out2),ncol=2)
lines(VaR.garch.out2,col="green3",lwd=2)
exceed.garch2=matrix(dat.garch2[dat.VaR.garch2[,2]<dat.garch2[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch2,col="red",cex=0.5,lwd=1,pch=19)

#
a=cbind(VaR.garch.out,VaR.garch.out2)
#
write.csv(a,"D://Value-at-Risk//CTRA_01_b_250.csv")

```

Lampiran 26. (a) Hasil Estimasi VaR pada Saham BSDE

Risiko			Profit		
<i>Window</i>			<i>Window</i>		
250	375	500	250	375	500
-0,070	-0,038	-0,058	0,070	0,038	0,058
-0,069	-0,039	-0,073	0,069	0,039	0,073
-0,068	-0,038	-0,063	0,068	0,038	0,063
-0,070	-0,038	-0,075	0,070	0,038	0,075
-0,066	-0,034	-0,080	0,066	0,034	0,080
-0,070	-0,036	-0,057	0,070	0,036	0,057
-0,068	-0,035	-0,077	0,068	0,035	0,077
-0,069	-0,030	-0,059	0,069	0,030	0,059
-0,068	-0,034	-0,077	0,068	0,034	0,077
-0,070	-0,035	-0,076	0,070	0,035	0,076
-0,069	-0,033	-0,057	0,069	0,033	0,057
-0,068	-0,033	-0,075	0,068	0,033	0,075
-0,067	-0,038	-0,056	0,067	0,038	0,056
-0,065	-0,040	-0,053	0,065	0,040	0,053
-0,068	-0,044	-0,074	0,068	0,044	0,074
...
-0,039	-0,034	-0,034	0,039	0,034	0,034
-0,036	-0,033	-0,033	0,036	0,033	0,033
-0,036	-0,034	-0,034	0,036	0,034	0,034
-0,037	-0,034	-0,033	0,037	0,034	0,033
-0,036	-0,033	-0,033	0,036	0,033	0,033
-0,036	-0,033	-0,035	0,036	0,033	0,035
-0,036	-0,032	-0,032	0,036	0,032	0,032
-0,035	-0,032	-0,032	0,035	0,032	0,032
-0,034	-0,029	-0,031	0,034	0,029	0,031
-0,034	-0,030	-0,031	0,034	0,030	0,031

Lampiran 26. (b) Hasil Estimasi VaR pada Saham PWON

Risiko			Profit		
<i>Window</i>			<i>Window</i>		
250	375	500	250	375	500
-0,044	-0,030	-0,039	0,044	0,030	0,039
-0,042	-0,030	-0,039	0,042	0,030	0,039
-0,042	-0,029	-0,039	0,042	0,029	0,039
-0,041	-0,029	-0,050	0,041	0,029	0,050
-0,042	-0,028	-0,039	0,042	0,028	0,039
-0,038	-0,028	-0,047	0,038	0,028	0,047
-0,042	-0,027	-0,050	0,042	0,027	0,050
-0,037	-0,025	-0,050	0,037	0,025	0,050
-0,043	-0,027	-0,051	0,043	0,027	0,051
-0,042	-0,028	-0,039	0,042	0,028	0,039
-0,042	-0,026	-0,049	0,042	0,026	0,049
-0,036	-0,026	-0,039	0,036	0,026	0,039
-0,036	-0,029	-0,049	0,036	0,029	0,049
-0,033	-0,029	-0,038	0,033	0,029	0,038
-0,033	-0,030	-0,038	0,033	0,030	0,038
...
-0,045	-0,042	-0,042	0,045	0,042	0,042
-0,043	-0,041	-0,043	0,043	0,041	0,043
-0,043	-0,042	-0,042	0,043	0,042	0,042
-0,044	-0,041	-0,041	0,044	0,041	0,041
-0,044	-0,041	-0,041	0,044	0,041	0,041
-0,043	-0,041	-0,042	0,043	0,041	0,042
-0,043	-0,041	-0,042	0,043	0,041	0,042
-0,043	-0,041	-0,042	0,043	0,041	0,042
-0,042	-0,040	-0,041	0,042	0,040	0,041
-0,043	-0,040	-0,042	0,043	0,040	0,042

Lampiran 26. (c) Hasil Estimasi VaR pada Saham LPKR

Risiko			Profit		
<i>Window</i>			<i>Window</i>		
250	375	500	250	375	500
-0,053	-0,041	-0,027	0,032	0,039	0,040
-0,041	-0,040	-0,033	0,062	0,040	0,032
-0,047	-0,032	-0,048	0,054	0,052	0,017
-0,049	-0,031	-0,029	0,045	0,052	0,039
-0,049	-0,034	-0,028	0,038	0,049	0,037
-0,044	-0,043	-0,012	0,044	0,038	0,051
-0,048	-0,033	-0,038	0,046	0,050	0,029
-0,063	-0,029	-0,041	0,036	0,053	0,024
-0,064	-0,048	-0,034	0,039	0,035	0,031
-0,051	-0,043	-0,026	0,046	0,039	0,040
-0,039	-0,029	-0,031	0,061	0,055	0,035
-0,047	-0,034	-0,052	0,065	0,050	0,013
-0,062	-0,050	-0,024	0,071	0,031	0,042
-0,064	-0,045	-0,034	0,057	0,038	0,027
-0,071	-0,082	-0,033	0,044	-0,001	0,037
...
-0,006	-0,006	-0,005	0,055	0,057	0,060
-0,034	-0,035	-0,035	0,027	0,028	0,030
-0,019	-0,019	-0,020	0,042	0,043	0,045
-0,033	-0,034	-0,036	0,027	0,027	0,029
-0,022	-0,022	-0,023	0,039	0,040	0,042
-0,022	-0,023	-0,024	0,039	0,039	0,041
-0,037	-0,037	-0,039	0,024	0,025	0,026
-0,016	-0,017	-0,017	0,045	0,045	0,048
-0,040	-0,039	-0,037	0,027	0,029	0,032
-0,042	-0,040	-0,038	0,025	0,027	0,030

Lampiran 26. (d) Hasil Estimasi VaR pada Saham SMRA

Risiko			Profit		
<i>Window</i>			<i>Window</i>		
250	375	500	250	375	500
-0,057	-0,034	-0,056	0,057	0,034	0,056
-0,055	-0,034	-0,064	0,055	0,034	0,064
-0,055	-0,033	-0,055	0,055	0,033	0,055
-0,056	-0,033	-0,066	0,056	0,033	0,066
-0,055	-0,032	-0,054	0,055	0,032	0,054
-0,056	-0,032	-0,051	0,056	0,032	0,051
-0,055	-0,032	-0,054	0,055	0,032	0,054
-0,055	-0,028	-0,053	0,055	0,028	0,053
-0,054	-0,033	-0,066	0,054	0,033	0,066
-0,057	-0,034	-0,066	0,057	0,034	0,066
-0,057	-0,031	-0,051	0,057	0,031	0,051
-0,056	-0,031	-0,054	0,056	0,031	0,054
-0,055	-0,035	-0,065	0,055	0,035	0,065
-0,055	-0,037	-0,054	0,055	0,037	0,054
-0,056	-0,039	-0,054	0,056	0,039	0,054
...
-0,047	-0,042	-0,042	0,047	0,042	0,042
-0,047	-0,042	-0,042	0,047	0,042	0,042
-0,045	-0,042	-0,042	0,045	0,042	0,042
-0,042	-0,042	-0,042	0,042	0,042	0,042
-0,041	-0,042	-0,042	0,041	0,042	0,042
-0,046	-0,041	-0,042	0,046	0,041	0,042
-0,044	-0,041	-0,041	0,044	0,041	0,041
-0,045	-0,041	-0,041	0,045	0,041	0,041
-0,043	-0,040	-0,041	0,043	0,040	0,041
-0,041	-0,038	-0,040	0,041	0,038	0,040

Lampiran 26. (e) Hasil Estimasi VaR pada Saham CTRA

Risiko			Profit		
<i>Window</i>			<i>Window</i>		
250	375	500	250	375	500
-0,092	-0,047	-0,094	0,092	0,047	0,094
-0,090	-0,047	-0,069	0,090	0,047	0,069
-0,088	-0,045	-0,072	0,088	0,045	0,072
-0,093	-0,045	-0,095	0,093	0,045	0,095
-0,094	-0,042	-0,072	0,094	0,042	0,072
-0,093	-0,043	-0,089	0,093	0,043	0,089
-0,088	-0,041	-0,072	0,088	0,041	0,072
-0,094	-0,035	-0,071	0,094	0,035	0,071
-0,090	-0,040	-0,071	0,090	0,040	0,071
-0,090	-0,042	-0,070	0,090	0,042	0,070
-0,087	-0,042	-0,068	0,087	0,042	0,068
-0,086	-0,044	-0,093	0,086	0,044	0,093
-0,085	-0,049	-0,094	0,085	0,049	0,094
-0,085	-0,051	-0,062	0,085	0,051	0,062
-0,087	-0,054	-0,065	0,087	0,054	0,065
...
-0,040	-0,040	-0,040	0,040	0,040	0,040
-0,045	-0,040	-0,041	0,045	0,040	0,041
-0,042	-0,039	-0,040	0,042	0,039	0,040
-0,042	-0,040	-0,040	0,042	0,040	0,040
-0,042	-0,039	-0,040	0,042	0,039	0,040
-0,043	-0,040	-0,041	0,043	0,040	0,041
-0,046	-0,038	-0,041	0,046	0,038	0,041
-0,043	-0,040	-0,042	0,043	0,040	0,042
-0,043	-0,040	-0,042	0,043	0,040	0,042
-0,043	-0,037	-0,042	0,043	0,037	0,042

Lampiran 27. Surat Pernyataan Data Tugas Akhir**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa jurusan Statistika FMIPA ITS:

Nama : Dwi Handayani

NRP : 1313 100 037

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir /Thesis ini merupakan data sekunder yang diambil dari ~~penilaian buku/Tugas Akhir/Thesis/publikasi lainnya~~ yaitu:

Sumber : 1. Situs resmi *finance.yahoo.com*
2. Situs resmi *bi.go.id*

Keterangan : Data harga saham harian PT. Bumi Serpong Damai Tbk (BSDE), PT. Pakuwon Jati Tbk (PWON), PT. Lippo Karawaci Tbk (LPKR), PT. Summarecon Agung Tbk (SMRA), PT. Ciputra Development Tbk (CTRA) dan kurs IDR/USD periode 1 Januari 2010 s.d 30 September 2016, serta data *bi rate* periode 1 Januari 2010 s.d 30 Juli 2016.

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat permasalahan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir



Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prastyo
NIP. 19831204 200812 1 002

Surabaya, Januari 2016



Dwi Handayani
NRP. 1313 100 037

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Dwi Handayani atau biasa dipanggil dengan nama Dwi. Penulis lahir di Kabupaten Karanganyar pada tanggal 8 April 1995. Penulis merupakan putra kedua dari pasangan Bapak Kadar dan Sri Suwarsi. Penulis telah menempuh pendidikan formal pada tahun 2001 di SD Negeri 1 Jatiharjo, tahun 2007 di SMP Negeri 1 Jatipuro, dan pada tahun 2010 di SMA Negeri 1 Sukoharjo. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi 2013 di Jurusan Statistika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam dan Matematika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur SNMPTN Undangan Bidikmisi. Selama masa perkuliahan di Jurusan Statistika, penulis aktif di beberapa organisasi yaitu sebagai staf Departemen Kesenian dan Olahraga HIMASTA-ITS 14/15, staf Departemen PPSDM FORSIS-ITS 14/15, dan sekretaris Departemen Minat dan Bakat HIMASTA-ITS 15/16. Penulis juga melakukan Kerja Praktek di Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Jakarta pada tahun 2016. Segala kritik, saran, dan diskusi mengenai Tugas Akhir ini dapat menghubungi penulis melalui *e-mail* dengan alamat dwihandayani355@gmail.com.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)